



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

Trabajo Fin de Grado

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE VIVIENDA DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

AUTORA: MARÍA LUZ SORRIBES SANZ

Tutores: María Soledad Camino Olea y Alberto Meiss Rodríguez

13 de septiembre del 2019, Valladolid



RESUMEN/ ABSTRACT

La energía y su consumo es actualmente uno de los principales problemas del mundo, ya que este consumo conlleva emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. Como el principal consumo de energía se produce en los edificios, su uso y construcción, mediante la normativa actual se intenta reducir al mínimo esos consumos, y gracias a los nuevos materiales llegar a un consumo nulo. Pero el problema reside en el parque edificado, y más concretamente en los edificios con valor arquitectónico y que se encuentran catalogados, pues estos no van a poder sustituirse por unos de consumo nulo. En este trabajo analizaremos los edificios de finales de siglo XIX y principios del XX que se encuentran catalogados, y las posibles soluciones de rehabilitación energética, buscando unas soluciones que mantengan ese valor interior y exterior, y que supongan una reducción de la demanda energética actual.

Palabras claves: rehabilitación energética, edificios de vivienda.

The energy and its consumption is one of the main problems of the World, because this consumption entails CO₂ and other greenhouse gases emissions. The buildings (its use and construction) are the main energy consumer, by the current rules tries to reduce that consumption, and thanks to the new materials to arrive to zero consumption. But the problem resides in building park, specifically in buildings with great architectural value, which are catalogued, because those can't be replaced by zero consumption buildings. In that work we will analyse end of century XIX and early century XX catalogued buildings, and energy rehabilitation solutions. These solutions will keep the building's value, and will reduce to the maximum the consumption.

Key words: energy rehabilitation, housing buildings.

AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este trabajo tengo que agradecer a mi familia, por su ayuda para la obtención de información y por el apoyo mostrado. Del mismo modo muestro mi agradecimiento a los distintos Archivos Municipales, de las distintas ciudades que incluyo en el trabajo, por la amabilidad mostrada.

Y sobre todo a mis tutores María Soledad Camino y Alberto Meiss, por su ayuda y dedicación.

ÍNDICE

RESUMEN/ ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. OBJETIVOS	9
1.2. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	10
2. METODOLOGÍA DE TRABAJO	12
2.1. ESTRUCTURA GENERAL DEL DOCUMENTO	12
2.2. ANÁLISIS Y SIMULACIONES.	13
3. ESTADO DEL ARTE.....	15
3.1. SISTEMA EDIFICATORIO PRINCIPIOS SIGLO XX.....	15
3.2. REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	25
3.3. MATERIALES AISLANTES	30
4. SELECCIÓN CASOS DE ESTUDIO.	32
4.1. CÁDIZ. ZONA CLIMÁTICA A3	34
4.2. ALICANTE. ZONA CLIMÁTICA B4.....	37
4.3. SANTANDER. ZONA CLIMÁTICA C1.	46
4.4. VALLADOLID. ZONA CLIMÁTICA D2.	49
4.5. LEÓN. ZONA CLIMÁTICA E1.	53
5. DEMANDA ENERGÉTICA ZONAS CLIMÁTICAS.	56
5.1. DATOS PARA LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA	56
5.2. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	61
5.3. CONCLUSIONES PARCIALES	72

6.	PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	74
	A3. CÁDIZ	81
	B4. ALICANTE.....	83
	C1. SANTANDER	85
	D2. VALLADOLID	87
	E1. LEÓN	89
	6.1. CONCLUSIONES PARCIALES	91
7.	CONCLUSIONES FINALES	94
8.	BIBLIOGRAFÍA	96
	ANEXO. CATALOGACIÓN EDIFICIOS PROTEGIDOS	99

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS

El objetivo principal y final de este trabajo es proponer soluciones para la mejora de la eficiencia energética de edificios de vivienda de principios de siglo XX. Se trabajará y partirá el estudio desde un edificio de viviendas situado en Alicante, que servirá de modelo para las distintas zonas climáticas. Las propuestas se ajustarán a la premisa de conservación lo máximo posible del estado actual, tanto interior como exterior de los edificios, por sus valores arquitectónicos y patrimoniales. Las propuestas, cuyos resultados variarán según la zona climática, serán el efecto del estudio de una serie de parámetros y datos, los cuales significarán objetivos parciales, necesarios para obtener unas correctas conclusiones. Se tratará de conseguir una disminución importante en la demanda energética mediante las propuestas, intentando cumplir los límites establecidos cuando se pueda y manteniendo los valores arquitectónicos.

Dichos objetivos, principales y parciales, son los siguientes:

1. Comprender el contexto histórico y de la construcción en el que se inscriben los edificios de estudio. El comienzo del siglo XX está marcado por los avances tecnológicos y la introducción de los nuevos materiales en la construcción. Las urbes españolas se dispusieron a ampliar las ciudades, y a renovar el centro histórico abriendo grandes avenidas, cuyos edificios son eclécticos y modernistas (en términos artísticos), con elementos del clasicismo, pero cuyo interior y método constructivo era actualizado. El Modernismo exterior frente al interior Moderno.
2. Conocer los sistemas constructivos empleados en los edificios de viviendas de finales de siglo XIX y principios del XX, y establecer a partir del edificio de referencia en Alicante un sistema de envolvente fijo, para la comparación con edificios similares en otras zonas climáticas.

3. Una vez conocidos los sistemas constructivos y los elementos que componen los edificios seleccionados, se estudiará el comportamiento térmico de la envolvente. Para esto, además de los sistemas, se tendrá en cuenta la zona climática (según el CTE DB HE), la orientación de cada cerramiento y el elemento constructivo en cuestión (cubierta, fachadas, huecos).
4. Estudiar los nuevos sistemas para la rehabilitación energética y los nuevos materiales, así como su implantación en este tipo de edificios. Al ser edificaciones protegidas por los planes de cada ciudad y con un alto valor histórico y arquitectónico, los sistemas empleados en el resto de edificios tienen limitaciones en los que concierne este trabajo. Al pretenderse mantener el aspecto exterior, así como el interior casi íntegro por su valor añadido, se investigará sobre las diversas opciones que se plantean actualmente para rehabilitar edificios con el menor impacto posible en su exterior e interior
5. Finalmente, tras obtener los resultados, se propondrá soluciones para mejorar el comportamiento energético de dichos edificios, reduciendo la demanda energética, las emisiones y aumentando el confort térmico interior. Todo esto con una sensibilidad requerida para los edificios de estas características.
6. Y del objetivo final, proponer soluciones de mejora energética, se estudiará la repercusión en cada zona climática y se analizarán las inversiones económicas para cada una de ellas, que será un factor para estudiar la viabilidad de las propuestas.

1.2. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El tema de este trabajo “Rehabilitación energética de edificios de vivienda de principios de siglo XX” se inicia en la motivación de varios temas de carácter distinto: personal, ambiental y social.

Por un lado se encuentra la admiración por parte de la autora de la arquitectura española de finales del siglo XIX y principios del XX, cuando las ciudades tuvieron un punto álgido en su desarrollo y los sistemas constructivos de

vanguardia de Europa y España llegaban a estos nuevos edificios. La autora, al ser procedente de la ciudad de Alicante, y tener especial relación y acceso a datos de un edificio de estas características y fecha, hace que se aborde el trabajo empezando por esta ciudad y este edificio de viviendas. Siendo este edificio el que se utilizará de referencia para el estudio de la envolvente y su comportamiento.

Por otro lado, existe un problema actual como es la energía y el consumo energético de los edificios, lo que produce altas emisiones de CO2 y otros gases. Por esto, las normativas actuales para la edificación están limitando este consumo mediante métodos pasivos (materiales, orientación, factor solar) y activos (instalaciones). Pero el qué sucede con el parque edificado antes de esas normativas es el punto de partida para la rehabilitación energética, que se ha convertido en una herramienta fundamental en la arquitectura de estos últimos años. Esto ha hecho que aumente el número de programas de ayudas económicas y estudios, tanto estatales como autonómicos, para rehabilitar energéticamente el mayor número de edificios posibles y así reducir este consumo global de energía y contribuir a la sostenibilidad por parte de la arquitectura. Por tanto el tema del trabajo también se abordará desde el punto de la rehabilitación energética.

La motivación de tratar este trabajo desde el punto de vista de la rehabilitación energética viene dado por la época en la que se inscriben el edificio de viviendas de partida y los similares en otras zonas de España. Al estar protegidos y catalogados no se podrán sustituir en un futuro por un nuevo edificio que cumpla en su totalidad con las normativas actuales de demanda energética, por lo que su ciclo de vida no está estimado. Esto supone que en España, contando con un parque edificatorio alto de edificios de vivienda anterior a cualquier normativa de limitación de consumo energético y que no se puede sustituir, la rehabilitación energética en este tipo de edificios es clave para la reducción de demanda energética de uso residencial. Por ello, estos edificios tendrán que integrarse y adaptarse en la medida de lo posible a las exigencias energéticas, manteniendo la catalogación y el valor interior y exterior.

Con todo esto, el trabajo se inicia en un problema actual, el consumo energético, y el interés de la autora por la construcción y la arquitectura de los edificios de principios de siglo XX. Esto llevará a adoptar unas propuestas de mejora energética sensibles hacia el valor artístico y arquitectónico de dichos edificios que cumplan con lo establecido.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1. ESTRUCTURA GENERAL DEL DOCUMENTO

La investigación se centrará en la situación actual de la rehabilitación energética y los sistemas utilizados en edificaciones protegidas y catalogadas. Así, el trabajo para alcanzar el objetivo principal, se dividirá en distintas fases.

La primera fase del trabajo será definir los antecedentes del tema y realizar un estudio previo, del cual se alcanzarán unas conclusiones parciales antes de obtener unos resultados objetivos de lo analizado.

- Se estudiarán los sistemas constructivos de finales de siglo XIX y principios de siglo XX, para comprender la ejecución de los edificios escogidos y llegar al detalle constructivo. También se reunirán datos del parque edificatorio en España en las fechas comprendidas para analizar su posible impacto en la rehabilitación energética.
- Dado que el tema a desarrollar es la rehabilitación energética en edificios de principios de siglo XX, se definirán las características de la eficiencia energética y su derivación en la rehabilitación energética. Se analizarán las normativas actuales con las limitaciones y los proyectos promovidos para la rehabilitación del parque edificado.
- Se analizarán los nuevos materiales en la rehabilitación energética y su aplicación en este tipo de edificios, que por sus características arquitectónicas y de conservación se hace necesaria la introducción de estos nuevos materiales.

Tras esta primera fase de estudio y análisis del estado actual de diversas cuestiones necesarias, se procederá a aplicar lo estudiado en un caso práctico. Se partirá del edificio situado en Alicante, que será el modelo base para el estudio energético de las demás zonas climáticas y así realizar una comparación objetiva y precisa. Esta comparación se hará con el resto de zonas climáticas de España,

analizando que este tipo de edificios con unas características que establecida, se encuentran en estas otras zonas. Además, se desarrollará la evaluación y el análisis del edificio base en las distintas zonas, y englobará desde el análisis de la situación actual del inmueble hasta los resultados obtenidos y las propuestas de rehabilitación.

Para la realización de esta segunda fase, será necesaria recabar información gráfica y constructiva del edificio que servirá de modelo (A4.Alicante). Para la obtención de los resultados se utilizará de distintos programas informáticos: la Herramienta Unificada LIDER-CALENER y el ViSol¹.

La tercera y última fase, se centrará en las conclusiones sacadas de los resultados y las propuestas de cada caso, haciendo un resumen que una estos dos puntos. Se alcanzarán unas conclusiones finales, y se expondrán cuestiones abiertas a una posible futura investigación.

2.2. ANÁLISIS Y SIMULACIONES.

Para alcanzar el objetivo final, proponer unas soluciones de rehabilitación energética manteniendo lo máximo posible el interior y exterior de dichos edificios, se seguirá un proceso de análisis y evaluación (CONAMA, 2012):

1. Selección del periodo de estudio y de las características del tipo edificatorio a estudiar, estableciendo unos parámetros comunes que encontraremos en las distintas zonas climáticas.
2. Caracterización del edificio y estudio histórico. Toma de datos a través del Archivo Municipal correspondiente y las inspecciones visuales.
3. Levantamiento planimétrico completo del edificio base que será el situado en Alicante, documentación gráfica necesaria para el análisis correcto.
4. Estudio constructivo: descripción de materiales utilizados y definición de los sistemas constructivos. Al no haber suficiente información

¹ Visor de archivos de resultados de LIDER, 2014.
<http://www.rvburke.com/visorlider.html>

respecto a los sistemas empleados, realizaremos hipótesis a partir del estudio previo de los sistemas constructivos empleados en esa época y de memorias constructivas de proyectos de intervención posteriores.

5. Clasificación de los cerramientos de la envolvente y elementos que intervienen en el comportamiento energético del edificio.
6. Simulación energética del estado actual con la herramienta LIDER-CALENER (HULC) para obtener la demanda energética anual del edificio objeto, en comparación con la demanda de referencia. Posteriormente con la herramienta informática ViSol 4.0 se visualizará el comportamiento del edificio y se detectará qué componentes o elementos son los responsables de las ganancias o pérdidas de calor en el sistema del edificio (Villar y Jiménez, 2014).
7. Tras los resultados del ViSol 4.0 y del HULC se plantearán propuestas y se volverán a analizar mediante la simulación energética en el HULC para valorar el ahorro energético que supondría cada una de ellas respecto al estado actual.
8. Se evaluará la viabilidad de las propuestas partir de la comparación entre ellas, teniendo en cuenta los factores económicos, sociales y sobre todo el factor de mantenimiento del interior y exterior de estos edificios con alto valor arquitectónico. Es decir, una propuesta puede conllevar un mayor ahorro de la demanda, pero económicamente no ser rentable para ese mayor ahorro; a su vez puede suponer una pérdida del valor interior o exterior del inmueble, si la mejora energética es agresiva con los valores arquitectónicos.

3. ESTADO DEL ARTE

Esta primera fase del trabajo engloba el análisis previo necesario para abordar el tema en cuestión. Por ello, se estudiará el sistema edificatorio que encontramos en la época seleccionada y el caso concreto. Se tendrá que simplificar este punto debido a que es un periodo constructivo muy diverso, con sistemas distintos. Un segundo punto que se analizará será la rehabilitación energética, los antecedentes hasta el momento con los diversos estudios realizados. Se comprobará que estos no se centran en tipologías constructivas y edificios catalogados, por lo que con este estudio se espera ahondar más.

3.1. SISTEMA EDIFICATORIO PRINCIPIOS SIGLO XX

En este apartado se abordarán los detalles del sistema o sistemas constructivos que encontraremos en el edificio de referencia, y que será una característica para la tipificación de los edificios a estudiar en este trabajo. El periodo histórico que analizaremos será de finales del siglo XIX hasta el segundo decenio del siglo XX, ya que los edificios casos de estudio se encuentran en este periodo y hemos comprobado que dichos sistemas constructivos se mantienen a lo largo de estos años en las distintas zonas climáticas de España. Dado que la variedad de sistemas constructivos es abundante debido a la introducción de materiales innovadores, este punto se centrará en los que aparecen exclusivamente en los casos.

Para el análisis de este punto, ha sido fundamental el estudio de los tratados de construcción de esa etapa así como las revistas de arquitectura y construcción que podemos encontrar en la Hemeroteca Nacional, y los numerosos estudios sobre los sistemas constructivos del siglo XIX y principios del XX.

Nos encontramos en un momento histórico, final de siglo XIX y principios del XX, en el que el sistema tradicional es el predominante, y entran en escena

nuevos sistemas para crear un amplio abanico de posibilidades constructivas. Un momento en el que la fábrica, la madera y la piedra hacen hueco a los nuevos materiales: el hormigón y el acero laminado. Desde la penúltima década del siglo XIX los arquitectos fueron incorporando los nuevos materiales de construcción a los edificios, aunque sin aprovechar sus posibilidades para no distorsionar la imagen ecléctica que se buscaba en estos edificios. “El eclecticismo era un estilo a la medida de los nuevos ricos que deseaban ante todo hacer ostentación de la fortuna conseguida.” (Flores, 1989)

En España se empezó a incorporar el hierro en la arquitectura a partir de la década de 1860, pero exceptuando los edificios de estaciones de ferrocarriles y los mercados, la estructura metálica en los edificios de vivienda no se aprovecharía de su capacidad mecánica para poder desarrollar una arquitectura distinta. Cuando esta estructura alcanza sus posibilidades en la edificación doméstica, es en la construcción de la Gran Vía, cuyos edificios incorporan la estructura metálica en el interior y el exterior, creando fachadas más ligeras que embeben la estructura. Pero los edificios que vamos a estudiar, reservan la estructura metálica exclusivamente a las plantas bajas y plantas sótano si las hay.

El otro material innovador que aparece en esta etapa es el hormigón. La construcción con hormigón armado arrancó en España a partir de 1890, con las nuevas patentes. En principio este material se tenía como base para la construcción económica, por lo que en los edificios de estudio y el estilo arquitectónico que representan, quedaría reducido a elementos puntuales, como los cargaderos o vigas, ya que los promotores de este tipo de edificios eran personas las cuales querían una vivienda que destacara por su estilo y no por lo económico que fueran (Burgos, 2009).

En este panorama de inclusión de nuevos materiales junto con la prevalencia de los tradicionales, se encontrarán edificios con sistemas combinados, interior moderno frente a exterior tradicional, interior tradicional y exterior tradicional etc, posibilidades que iremos disgregando a continuación.

Son tan amplias las posibilidades, que habrá que centrarse como ya se ha dicho, en los sistemas que aparecen en los casos que coinciden sustancialmente. Por ello se comenzará estudiando el sistema tradicional de fachadas exteriores, que tendrían la función de cerramiento y de sustentación del edificio. Este sistema de fachada, constituirá una característica que será constante en todos los casos.

La estructura interna del edificio variará según el caso, por lo que podrá seguir un sistema de muros de carga de fábrica, estructura de madera, o como en el caso principal que nos ocupa, con cargaderos de hormigón. Los forjados de igual modo, también podrán ser con viguetas de madera o acero laminado (estas últimas reservadas en los forjados de sótano de los edificios de estudio). El sistema de cubiertas, tanto inclinada como plana, será uno que se mantiene en todos los casos y que será cubierta inclinada de teja plana y la cubierta plana sobre tabiques.

El otro elemento que se analizará, y que será junto con la fachada exterior clave para el desarrollo del trabajo, es la formación de los huecos y las carpinterías.

Y por último se estudiará cómo se forman los elementos salientes de fachada, como los balcones y las cornisas, y los acabados interiores, punto importante en este trabajo por su valor artístico y la voluntad de mantenerlos.

1. MUROS DE FACHADA

Los muros de fachada que daban a la calle, con función estructural y de habitabilidad, se realizaban de fábrica de ladrillo y debían tener 2 astas de ladrillo (espesor variable en función del ladrillo utilizado) en la planta primera, y a partir de ésta los muros podían ir disminuyendo su espesor a medida que aumentara la altura. Dado que los edificios objeto no superan las tres plantas, se ha podido corroborar mediante mediciones in situ y las secciones constructivas de los proyectos originales, que los muros de fachada no varían su espesor de 2 astas en toda su altura, a excepción de parte de la planta baja o entera. En la figura 1 se puede observar el método que empleaban para hallar el espesor de los muros. La planta baja, como primer cuerpo por encima del nivel del terreno y destinada a usos comerciales, se realizaban como un gran zócalo de sillares de piedra dura con espesores de hasta 70 cm, que podía alcanzar toda la altura de la planta o la mitad de ella, para asegurar que la humedad no alcanzaba el muro de fábrica. Además en algunos casos para reforzar la imposibilidad de que la humedad alcanzase el ladrillo, se empleaba una chapa aislante hecha con betún, pizarra o mortero hidráulico, o mejor aún, una chapa de plomo con goterón que impedía por completo el paso de la humedad (Barberot, 1927).

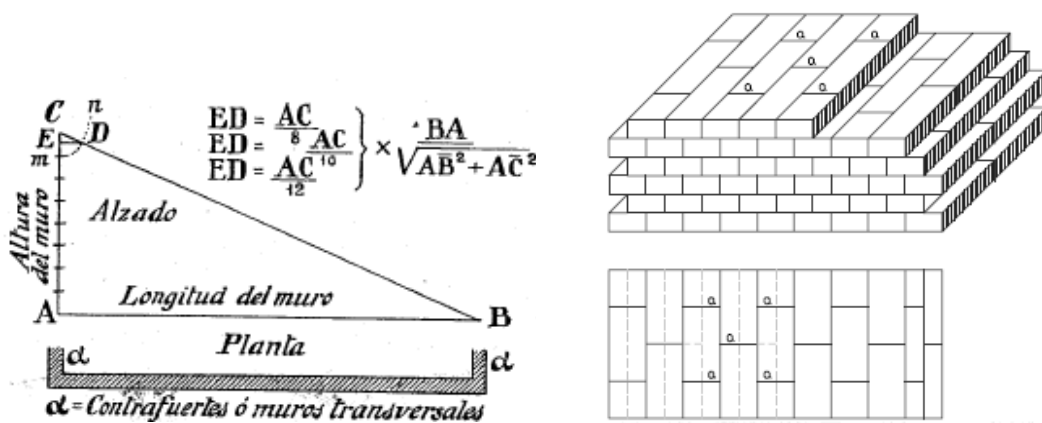


Figura 1 (izq.): procedimiento gráfico para hallar el espesor de los muros. Fuente: Barberot, 1927,

Figura 2 (dcha.): composición de muros de dos astas con hojas de ladrillo a tizón. Fuente: Camino, 2001.

Los muros que dan a los patios no estaban sometidos a ninguna reglamentación, por lo que el espesor variaba según el maestro de obra siempre que fueran seguros. Lo que sin duda está claro es que se construían de ladrillo, y con un espesor entre 1 o 1 ½ asta (BARBEROT, 1927).

2. ESTRUCTURA INTERIOR

La estructura vertical interior de este tipo de edificios, como ya se ha adelantado, podría estar formada por muros divisorios de fábrica² o pilares de madera, los más usuales en las plantas de vivienda; o columnas de hierro fundido utilizadas en las plantas bajas y sótano si lo hubiera.

Los muros divisorios de fábrica eran paralelos a los de las fachadas exteriores y los muros de patio, recibían las viguetas y podían disminuir su espesor en función de la altura al igual que los muros de fachada, o mantenerse como máximo con 2 astas de ladrillo de espesor (Barberot, 1927). Los pilares de madera seguían tradicionalmente la línea de pilares de la planta baja y sótano, que como se ha dicho, eran columnas de hierro fundido. Estas columnas podían ser macizas o huecas, y así como el forjado de planta sótano acompaña y es de viguetas de

² Se denominaban así a los muros de carga interiores de los edificios, por su función de dividir los suelos. (Barberot, 1927)

acero laminado, en planta baja sobre esas columnas de hierro se colocan las vigas de madera (Rovira y Rabassa, 1900).

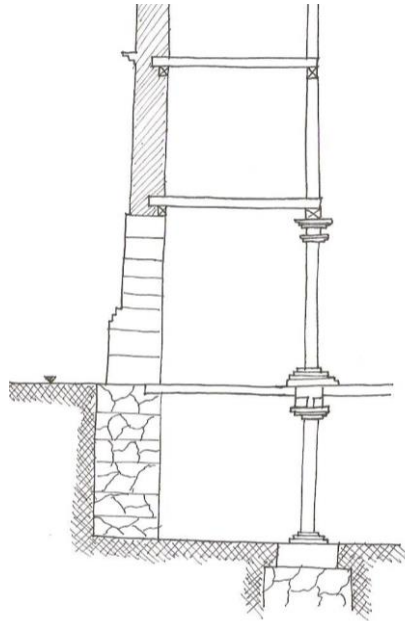


Figura 3: Sección de la primera crujía del edificio situado en la C/Miguel Iscar 17, Valladolid. Fuente: 1890, Archivo Municipal de Valladolid.

Con la estructura horizontal pasa lo mismo que con la vertical, encontramos sistemas tradicionales de viguetas de madera, con vigas de madera o muros divisorios; o forjados de viguetas de acero laminado, sobre muros divisorios o con vigas de acero. Gracias a las memorias constructivas de distintos edificios de esta etapa, junto con secciones gráficas, se ha podido constatar que los forjados metálicos se reducían a la planta sótano (si los hubiere), y las plantas de vivienda se resolvían con forjados de madera. El entrevigado de ellos, de la misma manera analizada, se resuelve con dos gruesos de rasilla con relleno de mortero de cal y escombros (Rovira y Rabassa, 1900).



Figura 4 (izq.): Forjados con viguetas de madera y entrevigado cerámico. Fuente: Ger y Lobez, 1898,

Figura 5 (dcha.): Forjados con viguetas de acero laminado IPE. Fuente: Rovira y Rabassa, 1900.

Además de estos sistemas, se observa en el edificio de partida (Alicante) cargaderos y vigas de hormigón armado en algunos puntos de la estructura. Aparecen cargaderos entre los machones divisorios de carga, para evitar tener el espesor constante en toda la línea de carga y así tener más superficie útil. Además por este mismo motivo, aparece una viga de hormigón armado en la línea de carga paralela a la fachada exterior que apoya sobre los machones de carga. Esta incursión de elementos de hormigón armado, no implica que los forjados sean de hormigón también, por lo que se ve claramente que estamos en una época en la que diferentes sistemas constructivos formaban un edificio.

3. CUBIERTA INCLINADA Y PLANA

La formación de los faldones en las cubiertas inclinadas se realiza con una estructura de madera, tradicional y eficaz. Esta estructura, llamada armadura ordinaria a dos aguas, es la cercha más elemental, dos pares y un tirante para luces pequeñas, y añadiendo un pendolón cuando la luz aumentaba (Barberot, 1927). Sobre estos pares se clavaba un tablero de madera, y el tejado podía ser de teja plana o teja curva árabe. La primera se sujeta mediante rastreles clavados al tablero, y la curva con mortero sobre el tablero.

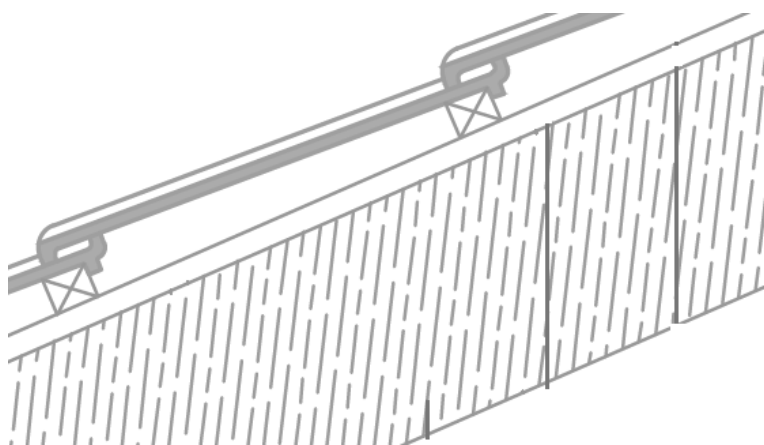


Figura 6: sistema de cubierta inclinada con teja plana sobre rastreles con pares de madera, encontrado en el edificio de referencia situado en Alicante. Autora.

En cuanto a las soluciones de cubiertas planas o azoteas, se dispone de poca información. Aparecen en el Manual del Ingeniero de Hutte, pero la hipótesis optada del sistema empleado es la siguiente. Sobre el último forjado se colocan unos tabiquillos de ladrillo, sobre los cuales se posan dobles tableros de rasilla. Para dar la pendiente necesaria y que el agua desagüe, se emplea mortero de cemento y un solado de baldosín catalán. Dado que las azoteas siempre han

ocasionado problemas con el tiempo, en intervenciones posteriores se ha colocado una capa impermeabilizante sobre la cubrición (Abasolo, 2015).

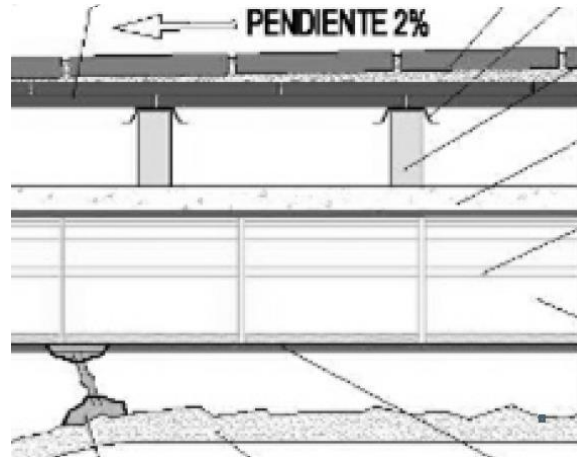


Figura 7: detalle cubierta plana con forjado metálico. Fuente: Abasolo, 2015,

4. FORMACIÓN DE HUECOS Y CARPINTERÍAS

Los vanos en las fachadas se forman usualmente con dinteles de ladrillo a sardinel, aunque podían formar mediante arcos rebajados. Se encuentran tres elementos constantes en las ventanas balconeras de esta etapa, que pueden aparecer todos o combinados: las contraventanas opacas fraileras interiores, la ventana con mayor parte semitransparente, y las mallorquinas exteriores con lamas fijas o móviles. Las contraventanas interiores (de pino) que se ven en estos edificios, se hacen con recuadros con unos bastidores que al igual que los de las mallorquinas, se unen al montante de la ventana (Hutte, 1938).

En las ventanas se solía emplear vidrio soplado sencillo de 1,2 a 2,2 mm de espesor, de mediana calidad para las viviendas, que se calzaba con pequeñas puntas ocultas con masilla, o con un junquillo o moldurado. Se forman con montantes, travesaños y barretas, estas últimas para subdividir el vidrio y no emplear vidrios enteros porque se desaconsejaba. Los montantes reciben la escuadría de las jambas del marco, y los travesaños que tienen mayor dimensión se realizaban con goterón hacia el exterior para asegurar que no entrara el agua. El marco se unía al muro con hierros de retranca o pernos de empotramiento, que se ocultaban con piezas de madera (Barberot, 1927 y Esselborn, 1940).

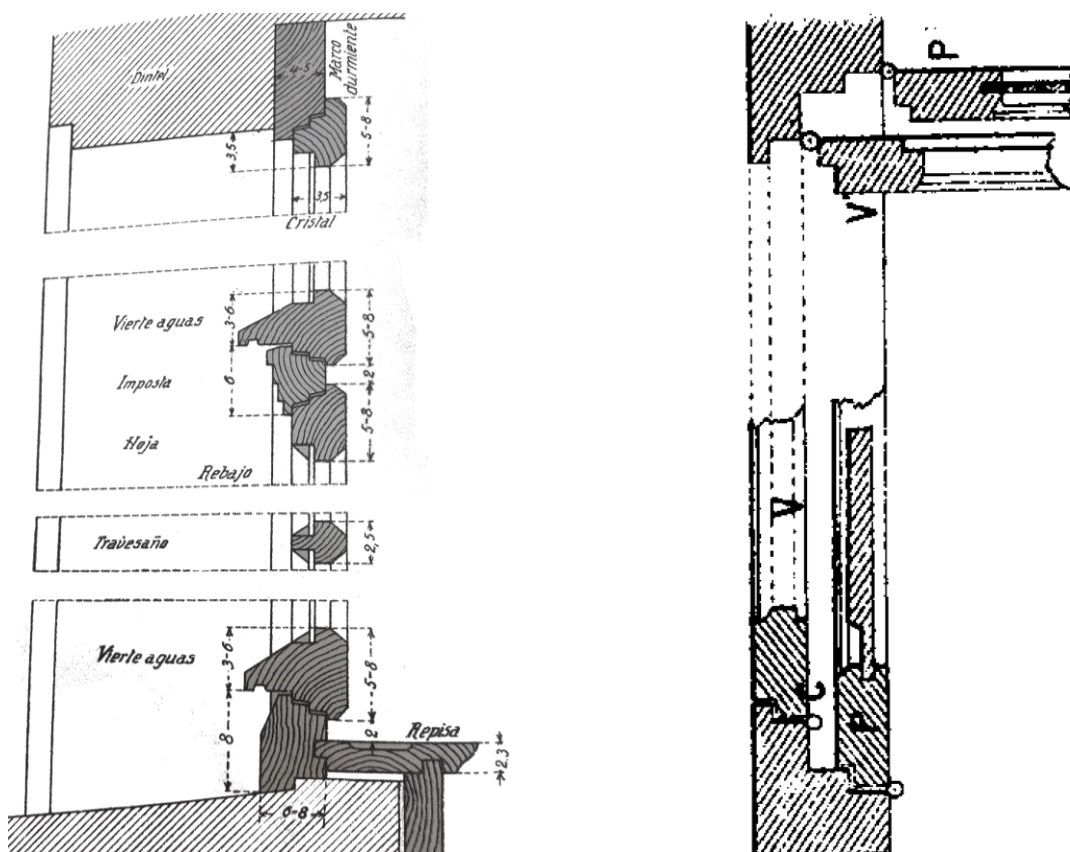


Figura 8 (izq.): sección vertical carpintería de madera. Fuente: Esselborn, 1940.

Figura 9 (dcha.): sección horizontal carpintería de madera con contraventana. Fuente: Ger y Lobe, 1898

5. ACABADOS INTERIORES

Los acabados interiores, de suelos, techos y paredes, podían hacerse de muy distintas maneras. Pero tras analizar las memorias constructivas y las visitas in situ, se estudiarán las más utilizadas y que son las que, por su valor artístico se quiere conservar.

Los solados que se encuentran son de baldosas de cemento comprimido (baldosas hidráulicas), con un mosaico. Se colocaban sobre un lecho de arena, y se formaban en un molde con una retícula de cobre para indicar los diversos colores. Este tipo de solado se podía utilizar en toda la vivienda, pero si se localizan entarimado (piezas estrechas ensambladas entre sí y clavadas a unos rastreles), las zonas húmedas son de baldosa hidráulica (Barberot, 1927).



Figura 10: ejemplos de solado de baldosa que se encuentran en el edificio C/Castaños 14, Alicante. Autora.

Los falsos techos son de placas de escayola, con estopadas recibidas en las viguetas de madera. Las juntas se tapan con tiras de yute pegadas, y se cubre con un enlucido de yeso (Hutte, 1938).

Los acabados de las paredes interiores varía según la estancia, así las estancias más públicas se cubrirán con papeles pintados, que se colocaban sobre una superficie limpia y sin desigualdades, con un papel intermedio. El resto de estancias se cubría con un enlucido de yeso y una pintura con el color deseado.

Además, a los interiores se le añadían molduras de yeso en las esquinas superiores junto al techo, las cuales para enriquecerlas y darles brillo en ciertos puntos, se daba una capa de dorado al temple.

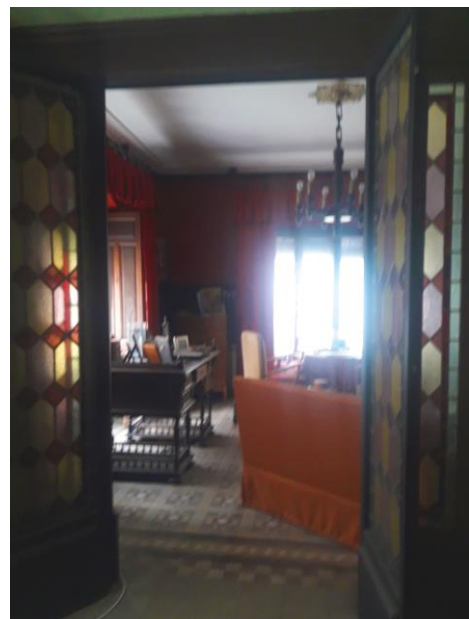


Figura 11 y 12: interior salón y gabinete edificio C/Castaños 14, Alicante. Autora.

6. BALCONES Y CORNISAS

Las cornisas y los balcones son los elementos salientes del plano de la fachada. Pueden formarse con bloques de piedra labrada o ladrillo terrajado, en función de la longitud del voladizo.

Las cornisas de coronación estudiadas son de ladrillo terrajadas, llamadas así porque se pasa una terraja cortada según el perfil de la moldura deseado, y con la que se da el revoque del mortero. Además, bajo las cornisas y a modo de sujeción y decoración, se añaden unos modillones de piedra que podían estar embebidos en el muro de fábrica de ladrillo (Esselborn, 1940).

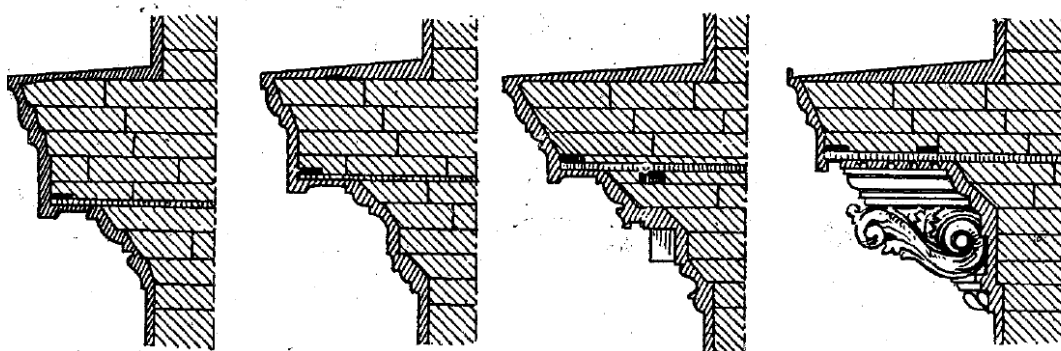


Figura 13: ejemplos de cornisas de coronación. Fuente: Barberot, 1927.

Los balcones, pueden ser pequeños si cubren un solo vano, o grandes si corren a lo largo de la fachada principal. Las losas que los forman son de piedra dura que resiste a la intemperie, con un espesor entre 25 y 30 cm. Se empotran en todo el espesor del muro, excepto en los vanos, y se sostienen por medio de modillones colocados entre las juntas de las piedras y empotradas de igual manera (Barberot, 1927; Esselborn, 1940).

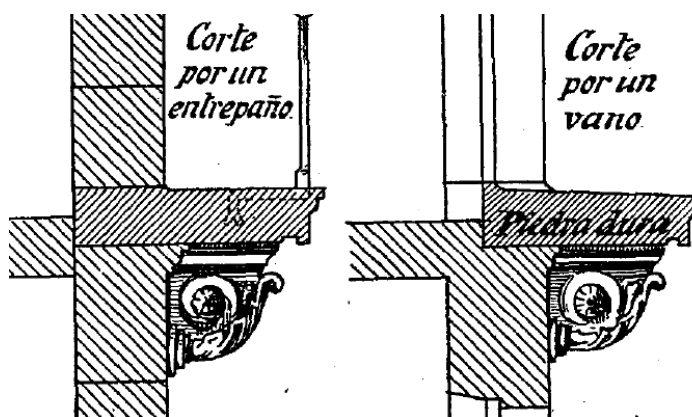


Figura 14: formación de balcones. Fuente: Barberot, 1927.

3.2. REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

En este segundo apartado de los antecedentes del tema del trabajo, se analizarán los estudios realizados hasta el momento en términos de rehabilitación energética, porqué de la necesidad de una mejora en la demanda energética, y los sistemas utilizados actualmente para ello, añadiendo la incorporación de unos nuevos materiales e innovadores que puede que sean el futuro para la reducción de la demanda en la rehabilitación.

Buena parte de la energía producida hoy en día, se consume en los edificios, en su construcción y su utilización. Por tanto, implica que una gran cantidad de CO₂ y gases de efecto invernadero son producidos por estas actividades. Para el uso y la habitabilidad de los edificios hay que tener en cuenta el término “Demanda energética”. Se define como la energía necesaria que tienen que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior de edificio unas condiciones definidas, y se puede dividir en demanda energética de calefacción, de refrigeración, de agua caliente sanitaria y de iluminación (CTE DB-HE, 2019). Pero este trabajo, se centrará en la demanda energética de calefacción y refrigeración, ya que se relaciona directamente con el comportamiento pasivo de la envolvente de un edificio.

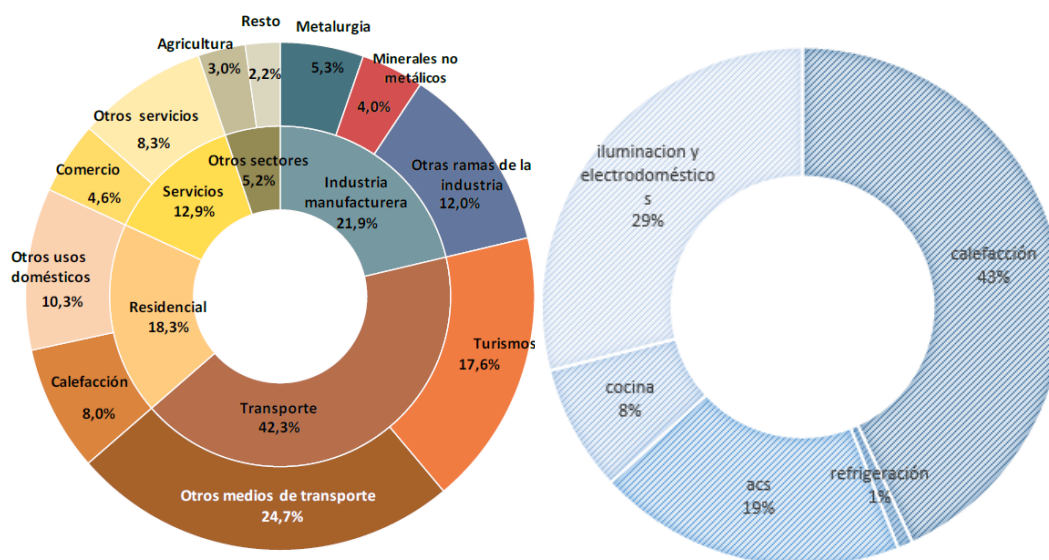


Figura 15 (izq.): estructura sectorial del consumo de energía final. Fuente: IDAE, 2018.

Figura 16 (dcha.): distribución de consumo energético en uso residencial. Autora. Fuente: IDAE, 2018.

Las líneas de actuación que se están abordando a nivel nacional y europeo para la reducción de la demanda y las emisiones, son el ahorro y eficiencia energética y la extensión del uso de las energías renovables (Domenech, 2011). Y aquí entra la arquitectura, con dos vertientes para reducir esa demanda energética, y por tanto contribuir a la reducción de emisión de GEI³: la obra nueva, o la rehabilitación de edificios. En este trabajo nos centraremos en la rehabilitación de edificios ya construidos.

La rehabilitación energética de edificios toma un papel protagonista en el sector de la construcción; dicha rehabilitación de las viviendas existentes y su adaptación a que sean sostenibles es prioritario si se quiere reducir la demanda global de energía. Las ventajas principales que supone esta rehabilitación son las siguientes:

- Ahorro energético
- Disminución de las emisiones de GEI
- Mayor confort en las viviendas
- Incremento del valor del edificio

En la demanda energética de un edificio es primordial tener en cuenta la envolvente, y por tanto la mejora de la misma nos conducirá a una reducción de la demanda. Las medidas que agrupan las actuaciones para la mejora del comportamiento energético de la envolvente térmica del edificio son las medidas pasivas.

Este trabajo se centrará en la rehabilitación energética de edificios de vivienda construidos entre 1890 y 1920, con un sistema de envolvente constante en distintas zonas climáticas. Aunque el parque edificado en las ciudades con edificios de estas fechas no constituye un alto porcentaje sobre el total, sí en su inmensa mayoría se encuentran catalogados y sin posibilidad de reemplazarlos por unos de obra nueva. De esta manera introducimos el término “Ciclo de vida del edificio”. Este tipo de inmuebles, salvo excepciones, se mantendrán en la etapa de “uso del edificio”, por lo que se tiene que pensar en soluciones para reducir la demanda energética y que sean compatibles con la catalogación correspondiente, (en este estudio con un grado de protección integral del edificio). La intervención en edificios protegidos, las posibilidades de actuación se ven limitadas por la

³ Gases de efecto invernadero

propia existencia de protección de elementos, por eso la normativa de aplicación relaja sus prescripciones en este tipo de edificios para permitir la integración de la rehabilitación energética y del mantenimiento de los valores arquitectónicos (GAT 19/6. FEB 2015).

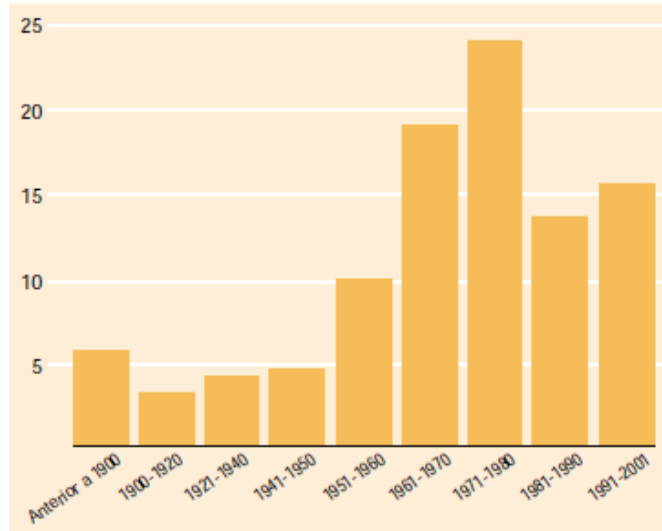


Figura 17: porcentaje de viviendas por año de construcción. Fuente: 2011, INE.

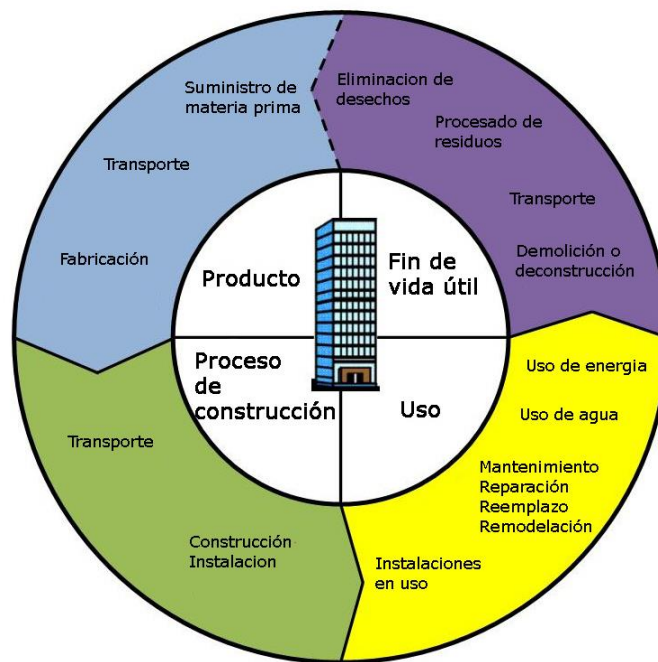


Figura 18: ciclo de vida del edificio. Fuente: Pombo, 2016.

En la rehabilitación de la envolvente hay que tener en cuenta los factores extrínsecos (clima y lugar), y los intrínsecos (orientación, accesibilidad solar, forma del edificio, composición de la envolvente). Por ello cada caso tendrá que

ser estudiado y analizado para obtener unos resultados óptimos y rentables. Las medidas pasivas en la rehabilitación energética, que serán de aplicación según el caso exclusivo en el tipo de edificios de la etapa de análisis del trabajo, serán las siguientes:

- Aislamiento de la fachada por el interior
- Aislamiento de cubiertas
- Mejora del comportamiento del hueco (carpintería y vidrio)
- Rotura de puentes térmicos

Habrá que analizar el comportamiento del edificio con cada mejora en cada zona climática, ya que este factor es determinante a la hora de tomar decisiones, y las medidas adoptadas tienen que ajustarse a este factor.

A nivel nacional son varios los proyectos y estudios que han desarrollado diversas instituciones para rehabilitar energéticamente el parque edificado. Como denominador común se encuentra el período constructivo del parque que se estudia, centrados en el edificado entre 1940 y 1980, ya que supone el máximo del total (Pombo, 2016). Pero desde el IDAE⁴, se ha elaborado un documento que puede servir de referencia en el que se realiza una selección de tipologías constructivas por periodo, identificándolas con unas soluciones constructivas. En función del parque edificado de cada periodo y las soluciones constructivas, se elaboran unas tablas con las demandas energéticas actuales de cada ciudad (IDAE. 2011). Este documento puede ser de referencia, pero las soluciones mostradas para época en la que nos centramos son muy limitadas y no se corresponden en su mayoría con la realidad analizada.

⁴ Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía

Para continuar, como proyecto europeo destacado, se encuentra el Proyecto europeo TABULA. Pretende crear una herramienta web⁵ con una base de datos de cada tipología residencial y soluciones constructivas de la envolvente, además de los climas y otros factores que afectan a la eficiencia energética de los edificios. Se busca aproximar el consumo de energía del parque edificado residencial de varios países europeos en función del clima de referencia, tipología residencial y periodo constructivo (IVE. 2011). Los datos de los sistemas constructivos para la época que nos interesa, sirve de base de partida y se acerca a la realidad.

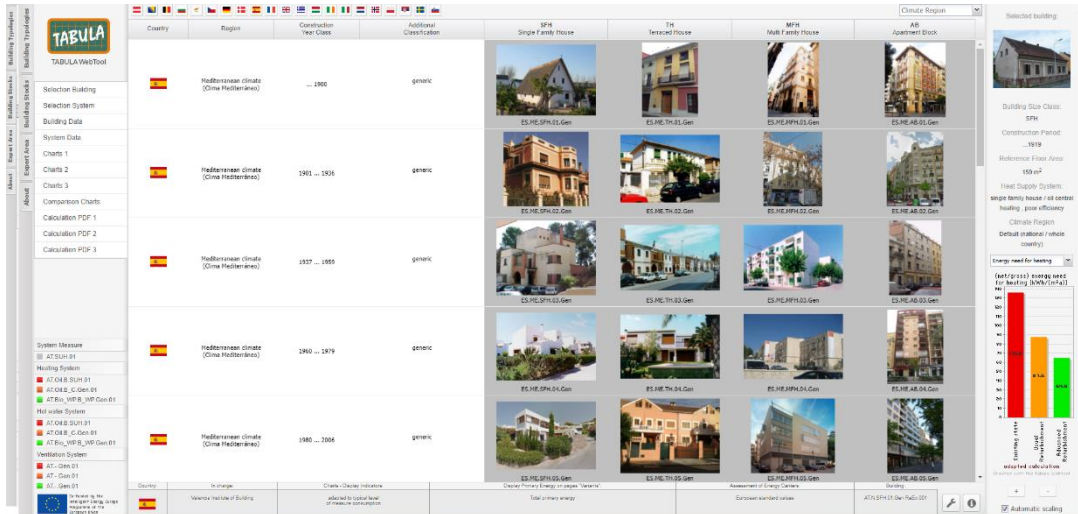


Figura 19: interfaz de entrada de la herramienta TABULATool. Fuente: <http://webtool.building-typology.eu/#bm> (agosto 2019)





Roof 1	321.6m ² Ventilated pitched roof wooden frame and suspended ceiling Cubierta ventilada inclinada con estructura de madera y falso techo	Floor 1	160.8m ² one-way framework, metal joints forjado de viguetas metálicas
			
Wall 1	4.17 W/(m ² K)	Window 1	1.18 W/(m ² K)
	368.0m ² masonry of coating bricks Muro de carga de ladrillo revestido		85.0m ² wood frame, single glazed marco de madera, vidrio monolítico
			
	2.56 W/(m ² K)		5.35 W/(m ² K)

Figura 20: datos constructivos al seleccionar el periodo constructivo 1900 y tipología bloque residencial. Fuente: <http://webtool.building-typology.eu/#bm> (agosto 2019)

⁵ <http://webtool.building-typology.eu/#bm>

3.3. MATERIALES AISLANTES

La principal medida para la mejora de la eficiencia energética de los edificios, ya sea en la rehabilitación u obra nueva, es la introducción de materiales aislantes, creando una envolvente que aisle térmicamente el exterior del interior. Para las medidas tomadas en la rehabilitación energética de edificios, el IDAE ha creado unas guías técnicas en las que da soluciones base para cada material aislante y sistema constructivo encontrado en el estado actual de un edificio, tratando los aislantes usados hasta el momento con unas conductividades térmicas entre 0,02 y 0,05 W/mK. Así, encontramos en estas guías medidas para mejorar la eficiencia de las cubiertas (tanto inclinadas como planas), las fachadas (aislando por el exterior), y las carpinterías. Pero en el tipo de edificios que se estudia en este trabajo, el aislamiento por el exterior de las fachadas es inviable por la catalogación y por la premisa con la que se parte de mantener el exterior y el interior del estado actual. Los paños ciegos de las fachadas seguirán siendo un punto débil de la envolvente, que habrá que analizar y proponer una medida acorde a estos resultados.

En este trabajo, se analizan unos materiales aislantes innovadores, los superaislantes, que se están introduciendo en el mercado de la edificación residencial para la rehabilitación energética de edificios catalogados: los aerogeles y los paneles al vacío (VIP⁶). Son materiales que se han encajado en la edificación para la rehabilitación energética de edificios con fachadas históricas y con un valor económico del inmueble alto, ya que el precio del material sigue siendo elevado y su espesor para trasdosar es mínimo. Además, estos superaislantes cuentan con unas conductividades térmicas entre 0,012 y 0,007 W/mK (Garay. y Uriarte, 2016). Ante la imposibilidad de aislar por el exterior de las fachadas, y (en caso de que fuese necesario) tener que aislar por el interior, se estudiará el impacto en la envolvente de este material y su comportamiento, considerando que este tipo de materiales se han pensado para la rehabilitación de edificios con un alto valor artístico y económico.

⁶ Vacuum Insulation Panels

Los espesores como ya hemos adelantado, son mínimos en comparación a los aislantes usuales, para conseguir una transmitancia similar. Los paneles al vacío pueden tener un máximo de 4 cm de espesor, y los aerogeles 1 cm. Que los espesores sean tan reducidos, y que el sistema de trasdosado sea el mismo que para las lanas minerales utilizadas usualmente en este sistema, es una de las ventajas principales. Otras de las ventajas, además de su baja conductividad térmica, es la posibilidad de no perder tanta superficie útil al trasdosar, importante en estos inmuebles cuyo m² tiene un precio elevado. Pero al ser materiales relativamente nuevos en el campo de la edificación, tienen inconvenientes como espesores limitados o dificultad de manipulación del material en obra, además de su alto precio (Saint Gobain, 2016).

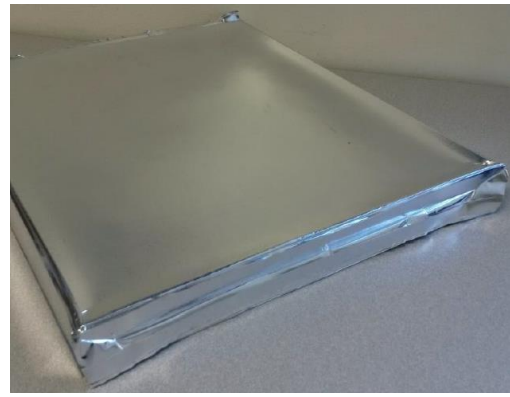


Figura 21 (izq.): rollo de aerogel. Fuente: Saint- Gobain, 2016.

Figura 22 (dcha.): panel al vacío de forma rectangular. Fuente: 2015, Highly Sustainable and Effective Production of Innovative Low Cost.

Aunque el objetivo principal es encontrar una buena solución para la rehabilitación energética que no modifique ni el exterior ni el interior del inmueble, en muchos casos donde la zona climática de invierno lo requiere, se estudiará la necesidad de trasdosar las fachadas por el interior para reducir la demanda energética, y se analizará la viabilidad económica y energética.

4. SELECCIÓN CASOS DE ESTUDIO.

El tipo de edificio que será objeto de estudio ha sido seleccionado en base a razones constructivas, y se comprobará que este tipo de edificios aparece en las distintas zonas climáticas de España, para poder analizar cómo se comporta un mismo tipo de edificio con misma envolvente en distintas zonas climáticas.

La zona climática es la zona para la que se definen unas solicitaciones exteriores comunes a efectos de cálculo de la demanda energética. Se identifica mediante una letra, correspondiente a la dureza climática de invierno, y un número que corresponde a la climática de verano. Por esto, se han elegido cuatro edificios de referencia situados en cuatro ciudades diferentes con zonas climáticas de invierno diferentes. Al tener climas de referencias distintos, la demanda energética de cada uno de ellos será también distinta, por ello se obtendrán unos resultados específicos para cada caso, que llevará a soluciones para la rehabilitación energética concretas para cada caso (CTE DB-HE, 2019).

Al contrario que la zona climática, el tipo arquitectónico de los edificios de referencia tendrá que ser semejante entre ellos. Para esto, se establecerán unas características base que tendrán que ser fijas y encontrarse en cada uno de ellos:

- El periodo de construcción del edificio se encontrará entre 1890-1920.
- El sistema constructivo de fachadas principal será de muros de carga de 2 astas de ladrillo.
- Será un edificio catalogado y protegido por el PGOU correspondiente.
- Edificio en su mayoría destinado a viviendas.
- La planta baja constará de la entrada al edificio y de locales comerciales.
- Tendrá que tener como mínimo dos fachadas a calle.

- Que la superficie de huecos en fachadas principales sea entre el 20% y el 40% del paño ciego.
- Que los huecos en las fachadas principales sean balconeras.

El edificio que servirá de referencia, y el cual se analizará en su totalidad, será el situado en la ciudad de Alicante (B4), dado que se tiene acceso a él y la información que se pueda obtener será más concisa. Con la selección de los edificios situados en las demás zonas climáticas, se justifica así la presencia en distintas ciudades de un tipo edificatorio en la época marcada, por lo que la comparación posterior de los resultados que se obtengan será objetiva.

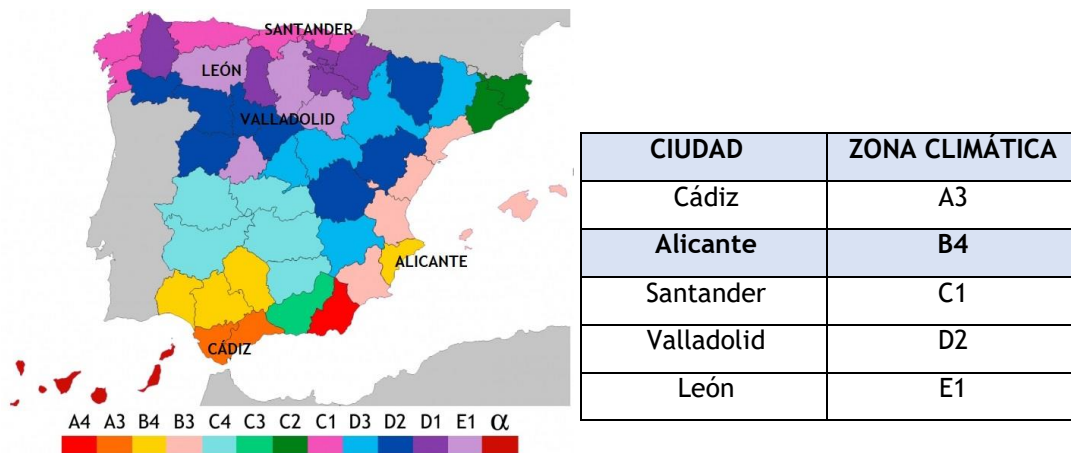


Figura 23: zonas climáticas España. Fuente: CTE DB HE (junio 2019)

Así, a continuación se hará un análisis breve de un edificio de las mismas características que el de referencia, en cada zona climática seleccionada previamente; y se hará un análisis completo, constructivamente y gráficamente, del edificio situado en Alicante, que como se ha dicho, los datos de este edificio serán los introducidos para realizar las simulaciones energéticas.

4.1. CÁDIZ. ZONA CLIMÁTICA A3

4.1.1. DATOS HISTÓRICOS Y EMPLAZAMIENTO

La ciudad inscrita en la zona climática de invierno A que hemos tomado para el estudio es Cádiz, zona climática A3. Que sea la zona climática A implica que los límites establecidos en el DB HE para la demanda energética y transmitancia, serán los menos estrictos en relación a las demás zonas climáticas, por tener un clima de invierno menos frío. El edificio que se estudiará con las características ya dichas anteriormente, se sitúa en la Plaza del Topete haciendo esquina con la Calle Barrié. La entrada principal se produce desde la Plaza, siendo ésta un núcleo de la ciudad histórica. Se construyó en el año 1890, a cargo del maestro de obra Juan Lorenzo de Benjumeda.

Situación	Plaza Topete 12, Cádiz
Zona climática	A3
Año de construcción	1890
Arquitecto	Juan Lorenzo de Benjumeda
Uso original	Locales y vivienda
Uso actual 2019	Locales y viviendas
Nº plantas	Baja + 3 + torre-mirador
Nº viviendas	4

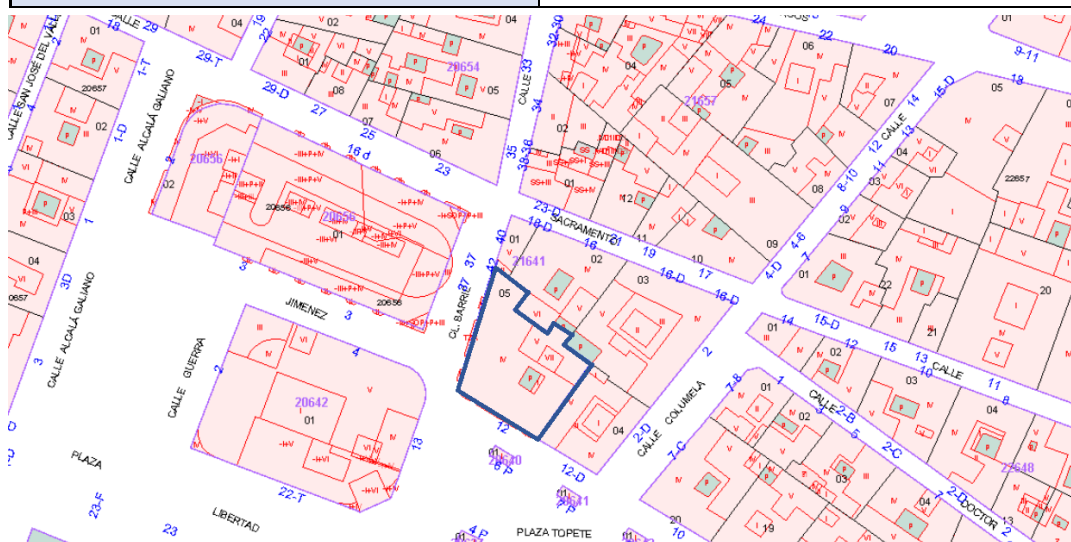


Figura 24: situación inmueble. Fuente: Sede Electrónica del Catastro (junio 2019)

Este edificio cumple con los requisitos para realizar el estudio y que los resultados sean comparables, pero en esta ciudad en concreto, los edificios de esta etapa constructiva añadían un patio interior con el núcleo de comunicaciones,

y una torre-mirador compartida. El patio en concreto, como es de dimensiones reducidas y está cerrado, no supondrá una variación en los resultados obtenidos con el modelo del edificio de referencia de Alicante.

Tiene tres plantas de viviendas, ocupando las viviendas la planta completa excepto en la planta segunda, que se divide en dos viviendas, dando un total de cuatro viviendas. Además tiene la planta baja, que está destinada a comercio y donde tiene el acceso al portal por la Plaza del Topete. El núcleo de comunicaciones es central, y como ya hemos dicho, constituye el patio interior que se cubre en la cubierta con un lucernario, y al cual vuelcan las entradas a las viviendas y los espacios de servicio de estas. Además, la azotea es una cubierta plana sobre tabiquillos.

Tiene dos fachadas principales, a la Plaza Topete y a la Calle Barrié. El cuerpo de la planta baja con un zócalo de piedra, tiene más altura; la planta primera, se remarca como una franja diferente con un enfoscado almohadillado y una altura igual que la última planta de viviendas; y el cuerpo central, que destaca con unos huecos más grandes y unos balcones de piedra corridos. Además tiene miradores en las dos fachadas en los ejes laterales.

Este edificio se encuentra catalogado en el Catálogo de Patrimonio Arquitectónico del PGOU de Cádiz, con una protección de Grado 1 por ser Edificio Singular.

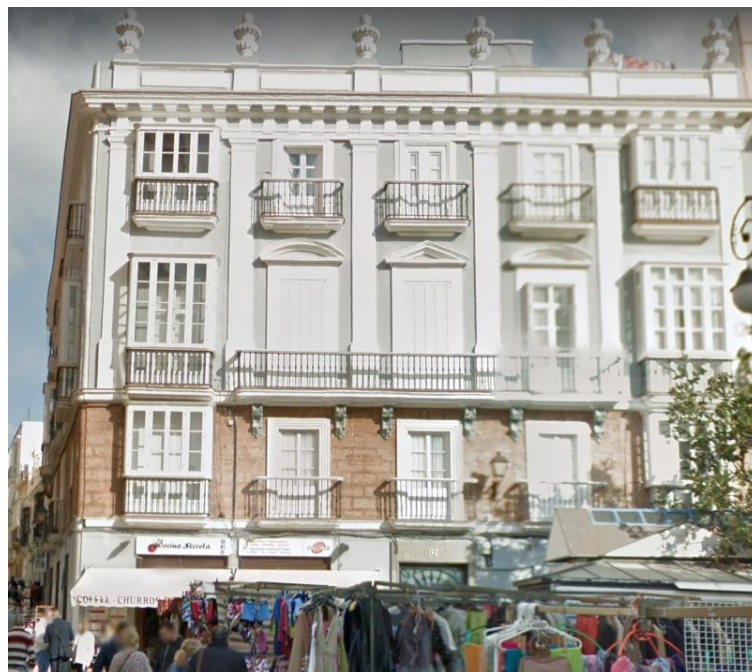
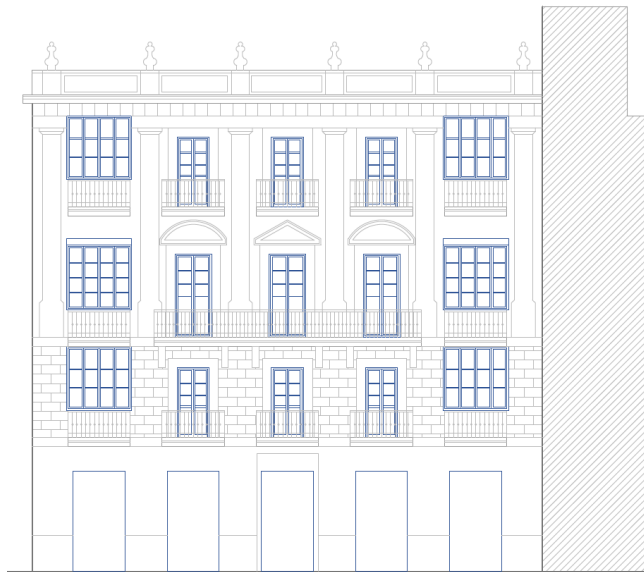


Figura 25: fachada principal desde la Plaza Topete. Fuente: Google Maps (junio 2019)

4.1.2. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



FACHADA SUR PLAZA TOPETE

superficie total m2	258,77
superficie paño ciego m2	190,02
superficie huecos m2	68,75
% huecos	26,57



FACHADA OESTE CALLE BARRIÉ

superficie total m2	320,40
superficie paño ciego m2	244,10
superficie huecos m2	76,30
% huecos	23,81

4.2. ALICANTE. ZONA CLIMÁTICA B4.

4.2.1. DATOS HISTÓRICOS Y EMPLAZAMIENTO

El edificio desde el cual partimos nuestro análisis práctico, se sitúa en la Calle Castaños 14 en Alicante. Se sitúa en la esquina de la manzana con tres fachadas a calle, la principal a la Calle Castaños con el acceso al portal, y a la Calle Quevedo y Gerona. Se construyó entre 1900 y 1902 por encargo de Guillermo Campos Carreras, y a cargo del arquitecto Enrique Sánchez Sedeño en una de las principales calles de la burguesía alicantina, donde el nuevo estilo ecléctico proliferó. Según los planos iniciales del proyecto, el edificio iba a constituir una única vivienda del propietario, pero en obra se decidió dividir cada planta en dos viviendas individuales, y la planta baja en locales comerciales.

Situación	C/Castaños, 14 Alicante. España
Zona climática	B4
Año de construcción	1902
Arquitecto	Enrique Sánchez Sedeño
Uso original	Locales y vivienda
Uso actual 2019	Locales y viviendas
Nº plantas	Baja + 3
Nº viviendas	6



Figura 26: situación inmueble. Fuente: Sede Electrónica del Catastro (enero 2019)

Consta de tres plantas de vivienda más la planta baja, y un almacén en la azotea. Cada planta residencial tiene dos viviendas, lo que daría un total de 6 viviendas en el edificio, y la planta baja se destina a un uso comercial más la entrada al portal. Tiene dos patios interiores, de dimensiones mínimas, a donde

darán las estancias de servicios de las viviendas. El núcleo de escaleras es central, y se encuentra junto a las escaleras de servicio con entradas independientes a las viviendas y desde el portal.

Dicho edificio se encuentra como Elemento Catalogado en el Catálogo de Protecciones de Alicante, con un grado de protección I “Integral”.

Los huecos formados en la primera planta son distintos de los demás, no teniendo un balcón. Además, en la segunda planta en la Calle Castaños, la fachada presenta en su eje central un mirador con subestructura de madera.

A lo largo de los años no se han realizado intervenciones importantes en la envolvente del edificio, pero sí se ha intervenido en la cubierta, en distintos años, para retejar partes de la misma y para aplicar una capa impermeable a la azotea por los problemas con filtraciones en la última planta de viviendas (año 2005). El resto de intervenciones se han producido en los bajos comerciales, que al cambio de uso se ha hecho pequeñas reformas interiores.



Figura 27: foto tomada desde la esquina de C/Castaños con C/Gerona. Autora (enero 2019).

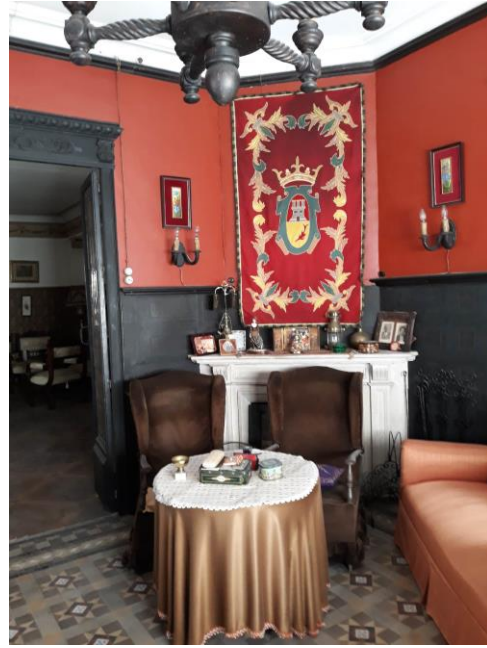


Figura 28 y 29: interior de la vivienda; salón principal y gabinete. Autora (enero 2019).

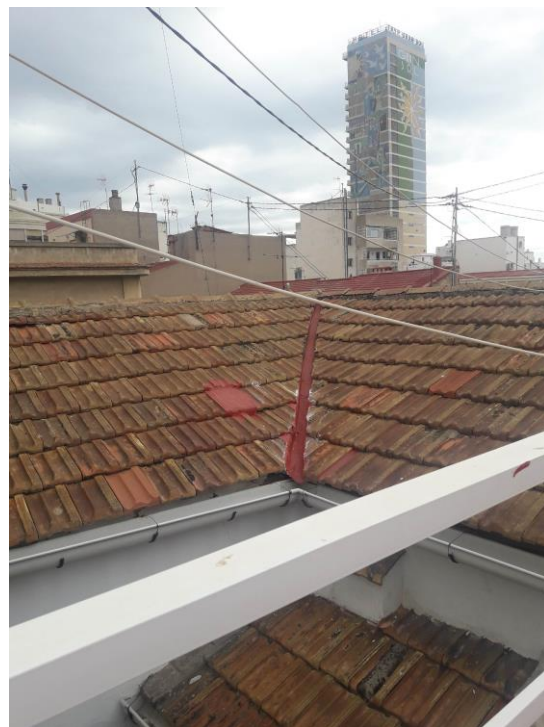
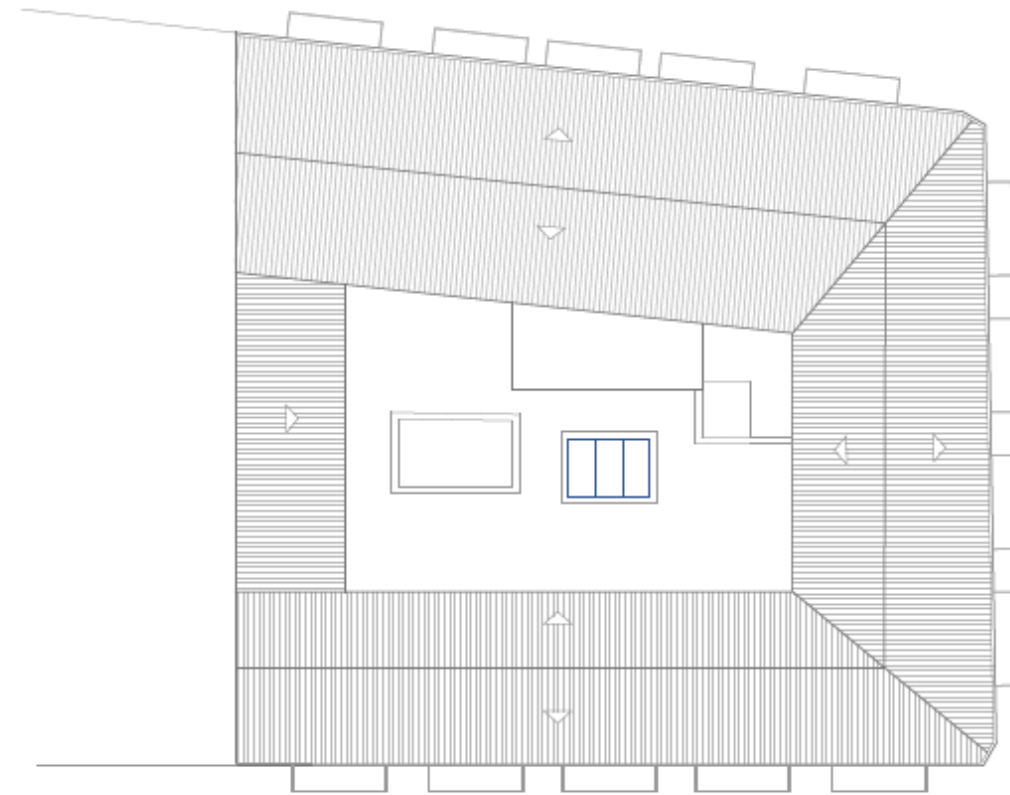


Figura 30 y 31: cubierta inclinada y plana. Autora (enero 2019).

4.2.2. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



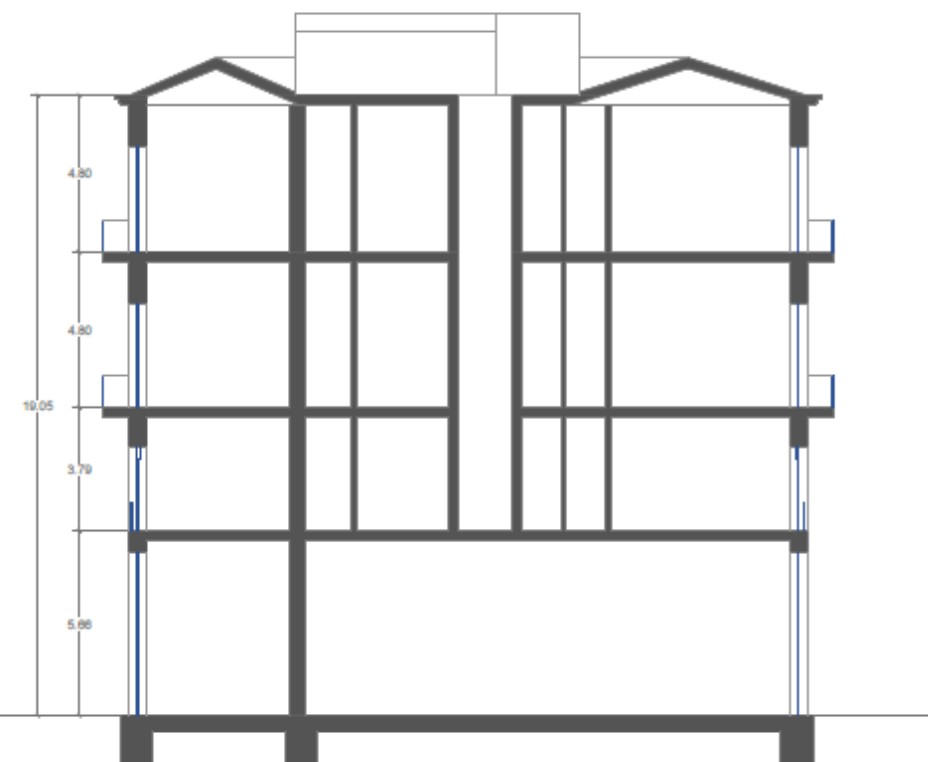
PLANTA PRIMERA



PLANTA CUBIERTAS



PLANTA SEGUNDA Y TERCERA



SECCIÓN



FACHADA OESTE CALLE CASTAÑOS

superficie total m2	438,2
superficie paño ciego m2	280,8
superficie huecos m2	157,4
% huecos	35,92



FACHADA SUR CALLE GERONA

superficie total m2	366,85
superficie paño ciego m2	243,15
superficie huecos m2	123,7
% huecos	33,72



FACHADA ESTE CALLE QUEVEDO

superficie total m2	414,8
superficie paño ciego m2	264,3
superficie huecos m2	150,5
% huecos	36,28

4.2.3. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO

- Estructura

La estructura de este edificio es mixta y presenta distintos sistemas constructivos. Tiene muros de carga perimetrales, coincidiendo con los cerramientos de fachadas exteriores, y en el interior se encuentran distintas líneas de carga con machones, desde los cuales salen cargaderos de hormigón armado de canto que nacen y mueren en dichos machones y en los muros de carga perimetrales. Esto se resolvió así por la necesidad de no tener muros tan espesos en el interior del edificio y aligerarlo de cierta manera.

El forjado entreplantas está constituido por viguetas de madera y entrevigado con bovedillas de ladrillo que se rellena con mortero de cemento y escombros. Estos forjados son unidireccionales y tienen distintas direcciones según el vano.

- Cerramiento de fachadas

Las fachadas principales exteriores que dan a las tres calles, están constituidas por 2 pie de ladrillo, siendo muros de carga y teniendo una función estructural además de la de cerramiento. Exteriormente el acabado es un enfoscado de mortero de cemento y pintado.

Las fachadas a los patios, no se consideran estructurales, son de 1 pie de ladrillo macizo, enfoscadas y pintadas en su cara exterior.

- Cubiertas

La cubierta inclinada a dos aguas, ocupa el volumen rodeado por las calles, y está compuesta por: faldones de teja cerámica plana alicantina, que están sujetas a rastreles de madera que se clavan al tablero realizado de madera de 2 cm de espesor, a su vez clavado directamente a las vigas de madera que forman la pendiente de escuadría 20 x 7,5 cms. Tiene un canalón perimetral con bajantes hacia la calle en el faldón exterior, y en el interior, no encontramos recogida de agua pluvial ya que esta resbalará directamente a la cubierta plana de la azotea.

La azotea es una cubierta plana a la catalana, que se encuentra en el volumen central del edificio. Están formadas desde el exterior de: solado de baldosín catalán, mortero de cemento para crear las pendientes, doble tablero de

rasilla y tabiquillos de ladrillo hueco doble sobre el forjado tipo. En una posterior rehabilitación, se aplicó una membrana líquida impermeabilizante por toda la cubierta plana, debido a los problemas ocasionados por filtraciones.

- Tabiquerías y acabados interiores

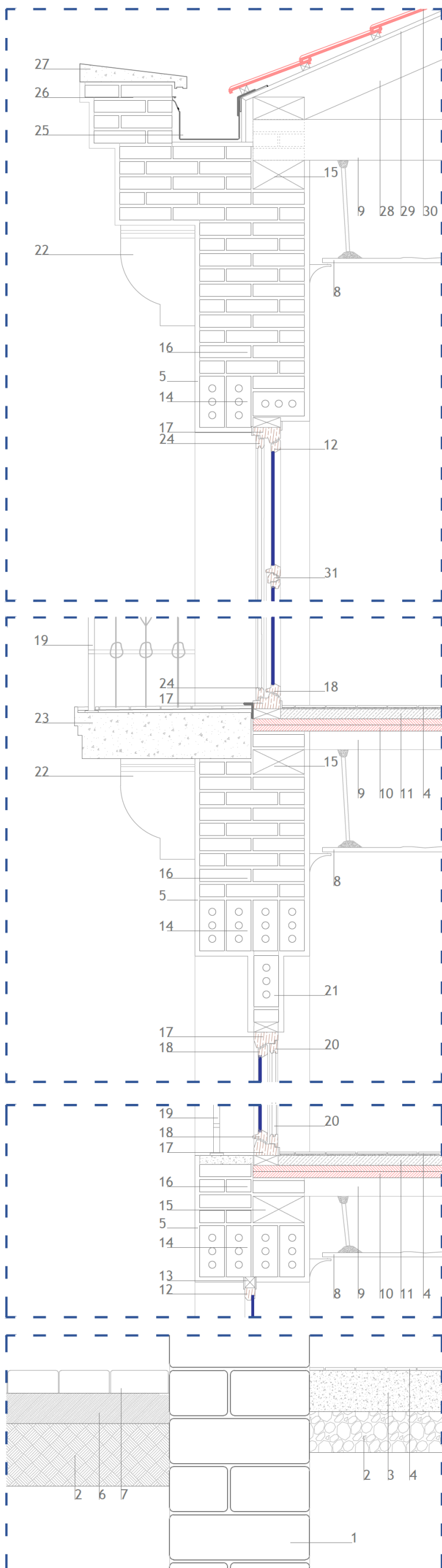
La tabiquería interior de las viviendas es de ladrillo hueco doble recibido con yeso y revestido con yeso y pintura. Los falsos techos son de placas de escayola con estopadas recibidas en las viguetas de madera del forjado. El revestimiento de la cara interior de los cerramientos de fachadas a calle, en las estancias diurnas de las viviendas, es de papel decorativo con alto valor arquitectónico.

- Carpinterías

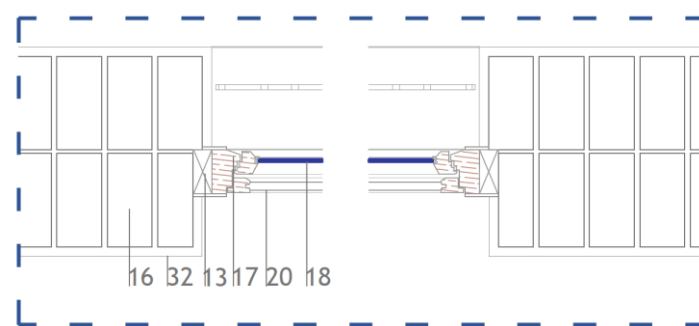
Las carpinterías exteriores tienen los marcos de madera y vidrio monolítico. Además incorporan en las plantas segunda y tercera hacia el exterior contraventanas de lamas fijas, además de las contraventanas interiores dispuestas en la planta primera. El mirador central de la fachada principal tiene una estructura de madera, y vidrios simples.

El análisis constructivo de este edificio, como ya se ha dicho, constituye unas características y datos que son constantes en los edificios de este tipo, por lo que los datos extraídos de los sistemas constructivos que aparecen en este inmueble serán los introducidos para el comportamiento térmico.

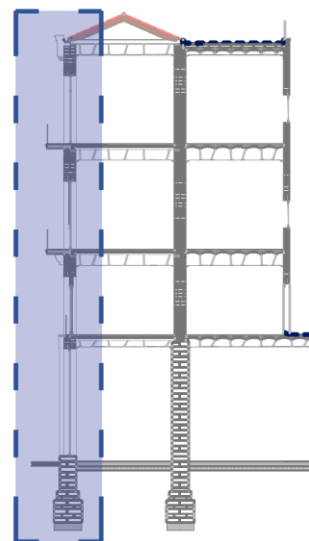
SECCIÓN VERTICAL FACHADA PRINCIPAL



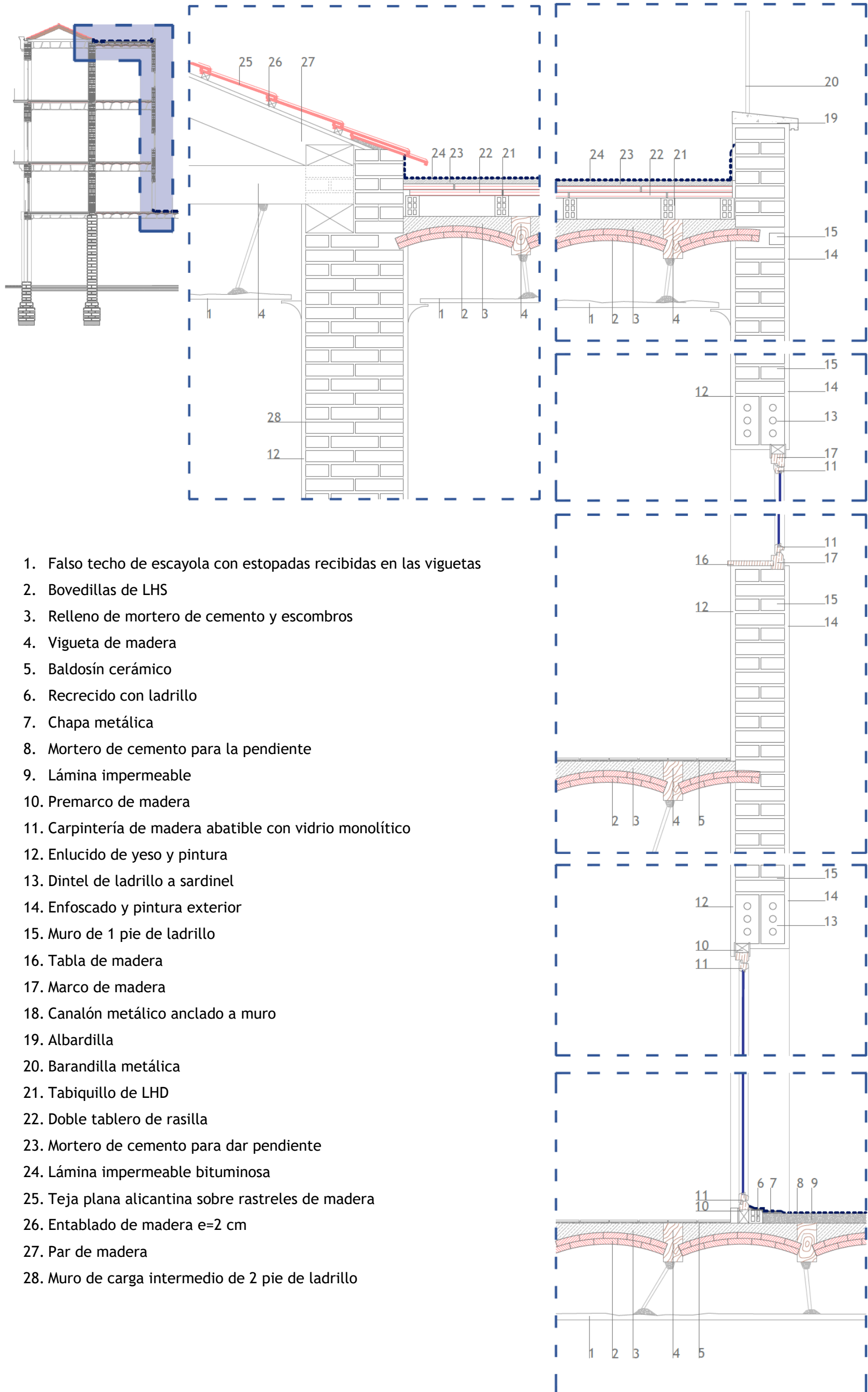
1. cimientos con mampuestos de piedra caliza y mortero de cal
2. Terreno compactado
3. Cemento de mortero
4. Baldosín cerámico
5. Enfoscado y pintura exterior
6. Capa de arena
7. Adoquín acera exterior
8. Falso techo de escayola con estopadas recibidas por las viguetas
9. Vigüeta de madera
10. Bovedillas dobles de LHS
11. Relleno de mortero de cemento y escombros
12. Carpintería fija de madera con vidrio monolítico
13. Premarco de madera
14. Dintel de ladrillo a sardinel
15. Durmiente de madera para recibir las viguetas
16. Muro de carga de 2 pie de ladrillo
17. Marco de madera
18. Carpintería abatible de madera con vidrio monolítico
19. Barandilla de hierro
20. Contraventana opaca de madera abatible
21. Arco con ladrillo a sardinel
22. Modillón de yeso
23. Balcón formado con piedra
24. Veneciana exterior con lamas fijas
25. Canalón de zinc sobre tabla de madera con pendiente
26. Cornisa formada con ladrillo
27. Albardilla de piedra
28. Par de madera
29. Entablado de madera e 2cm
30. Teja plana alicantina sobre rastreles de madera



SECCIÓN HORIZONTAL HUECO



SECCIÓN VERTICAL FACHADA PATIO



1. Falso techo de escayola con estopadas recibidas en las viguetas
2. Bovedillas de LHS
3. Relleno de mortero de cemento y escombros
4. Vigueta de madera
5. Baldosín cerámico
6. Recrecido con ladrillo
7. Chapa metálica
8. Mortero de cemento para la pendiente
9. Lámina impermeable
10. Premarco de madera
11. Carpintería de madera abatible con vidrio monolítico
12. Enlucido de yeso y pintura
13. Dintel de ladrillo a sardinell
14. Enfoscado y pintura exterior
15. Muro de 1 pie de ladrillo
16. Tabla de madera
17. Marco de madera
18. Canalón metálico anclado a muro
19. Albardilla
20. Barandilla metálica
21. Tabiquillo de LHD
22. Doble tablero de rasilla
23. Mortero de cemento para dar pendiente
24. Lámina impermeable bituminosa
25. Teja plana alicantina sobre rastreles de madera
26. Entablado de madera e=2 cm
27. Par de madera
28. Muro de carga intermedio de 2 pie de ladrillo

4.3. SANTANDER. ZONA CLIMÁTICA C1.

4.3.1. DATOS HISTÓRICOS Y EMPLAZAMIENTO

El edificio que se selecciona con las características del de referencia en la zona climática de invierno C, se sitúa en Santander. Se encuentra en la Calle Isabel la Católica esquina con la Calle San Luis, en el centro de la ciudad histórica. Se realizó por encargo de Luis Martínez al arquitecto Valentín Ramón Lavís Casalís, importante en la ciudad de Santander en aquella época, en el año 1893.

Situación	C/Isabel la Católica 3, Santander. España
Zona climática	C1
Año de construcción	1893
Arquitecto	Valentín Ramón Lavís Casalís
Uso original	Locales y vivienda
Uso actual 2019	Locales y viviendas
Nº plantas	Baja + 3 + BC
Nº viviendas	9

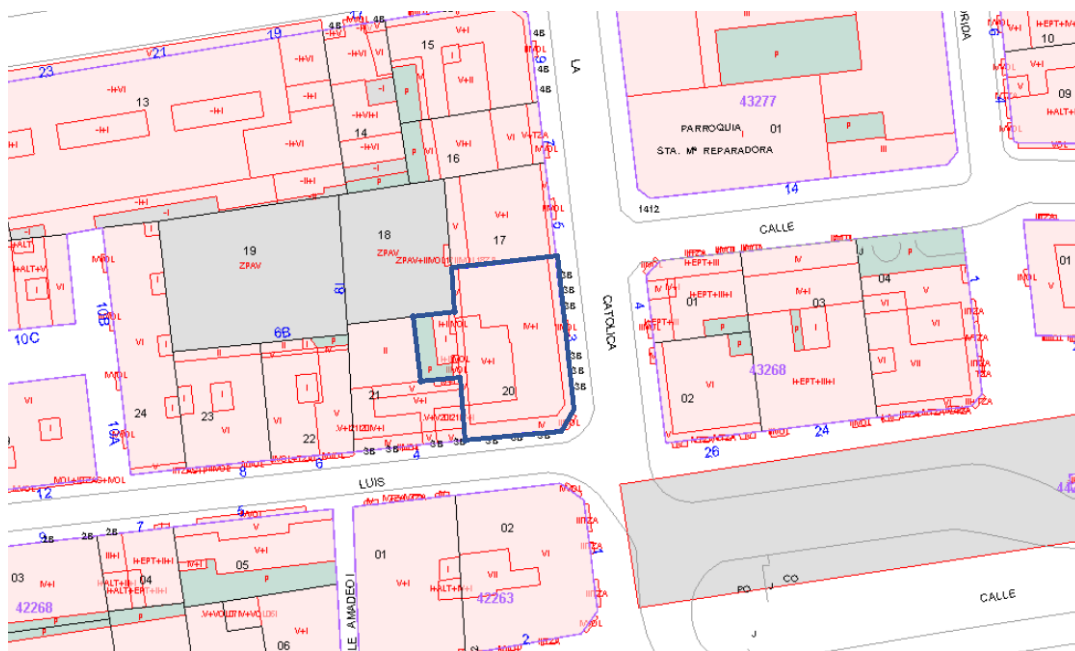


Figura 32: situación inmueble C/Isabel la Católica. Fuente: Sede Electrónica del Catastro (junio 2019).

Dicho inmueble tiene cuatro plantas sobre rasante, la baja destinada a comercios, y tres residenciales con dos viviendas por planta. Además cuenta con

un bajocubierta, que se distribuye en tres apartamentos y trasteros compartidos. Comparte patio de manzana, dando a éste una fachada trasera.

Es un edificio que hace esquina, teniendo fachadas principales a dos calles, Isabel la Católica y San Luis, teniendo la entrada al portal con el núcleo de escaleras y ascensor en la Calle Isabel la Católica. Todos los huecos de fachada tienen balcones formados por piedra, además de miradores con subestructura de madera en el chaflán de esquina, y en el eje central de la fachada de la Calle Isabel la Católica. Tiene un zócalo de piedra, distinguiéndose además la planta baja del cuerpo de las viviendas.

La cubierta, inclinada de teja, tiene volúmenes que sobresalen en los mismos ejes de los miradores, además de claraboyas que dan luz al bajocubierta. El núcleo de escaleras y ascensor remata en la cubierta con un lucernario, al igual que en el edificio de referencia de Alicante.

Este edificio se encuentra catalogado por le PGOU de Santander, teniendo un Nivel de Protección 2- Estructural. Implica que solo se podrán ejecutar obras de restauración, conservación y consolidación, y no se permiten la incorporación de elementos ajenos a la configuración original del edificio.



Figura 33: fachada C/Isabel la Católica. Autora (julio 2019)

Figura 34: fachadas esquina C/Isabel la Católica y C/San Luis. Autora (julio 2019)

4.3.2. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



FACHADA ESTE CALLE ISABEL LA CATÓLICA

superficie total m2	339,34
superficie paño ciego m2	241,62
superficie huecos m2	97,72
% huecos	28,80



FACHADA SUR CALLE SAN LUIS

superficie total m2	239,84
superficie paño ciego m2	180,77
superficie huecos m2	59,07
% huecos	24,63

4.4. VALLADOLID. ZONA CLIMÁTICA D2.

4.4.1. DATOS HISTÓRICOS Y EMPLAZAMIENTO

En la zona climática de invierno D, se selecciona la ciudad de Valladolid, por ser la ciudad en la que nos encontramos actualmente, y además una de las ciudades en las que más se conservan el tipo de edificios que estudiamos en este trabajo. El edificio se sitúa en la Calle Miguel Iscar, una de las principales calles de la ciudad, haciendo esquina con C/Licenciado Vidriera, y en una zona marcada por este tipo de edificios. Se edificó la manzana entera propiedad de los hermanos Briñas, a cargo del maestro de obra de Valladolid Julián Palacios en 1890.

Situación	C/Miguel Iscar, 17 Valladolid. España
Zona climática	D2
Año de construcción	1890
Arquitecto	Julián Palacios
Uso original	Locales y vivienda
Uso actual 2019	Locales y viviendas
Nº plantas	Sótano + Baja + 3 + BC
Nº viviendas	6

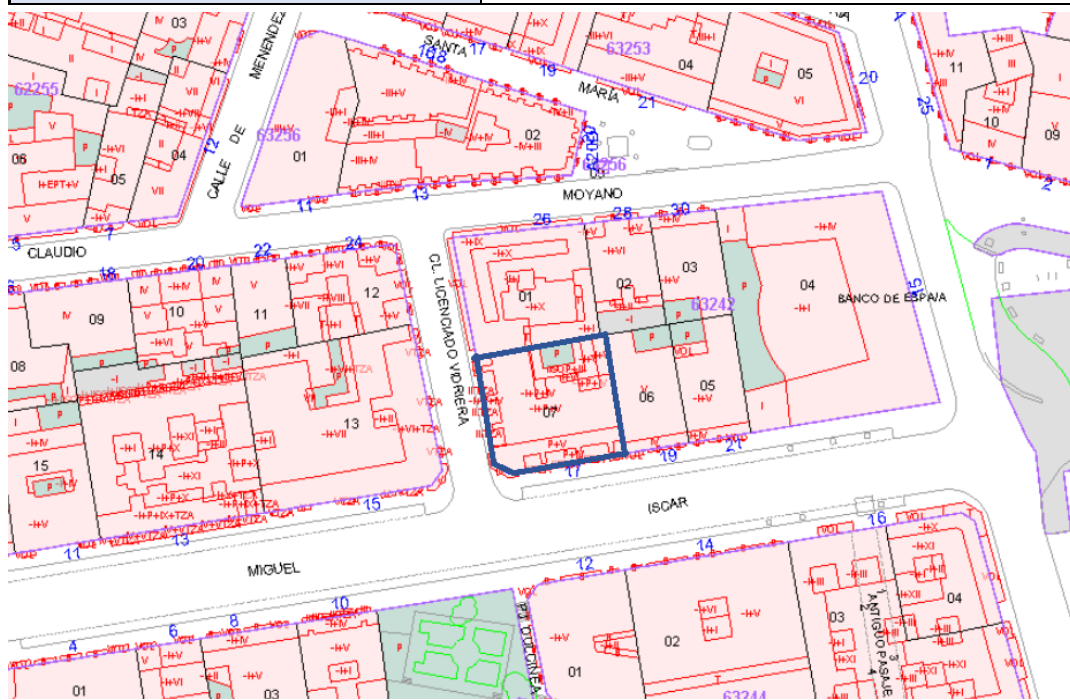


Figura 35: Situación inmueble en C/Miguel Iscar. Fuente: Sede Electrónica del Catastro (junio 2019).

Este edificio situado en el centro de la ciudad consta de una planta bajo rasante, destinada actualmente a almacenes de los comercios; la planta baja con la entrada principal y el núcleo de escaleras y ascensor; tres plantas destinadas a vivienda, con dos por planta; y un bajocubierta que es un espacio comercial. Tiene un patio de pequeñas dimensiones, el cual se une al patio interior del edificio colindante.

Tiene dos fachadas principales, con un chaflán entre las dos calles con unas galerías y coronado por un torreón que sobresale de la cubierta inclinada. Tiene un zócalo de piedra y un basamento almohadillado, buscando la similitud con la piedra. Todos los huecos de las plantas residenciales tienen balcones corridos de piedra además de un eje con miradores en cada fachada, de subestructura de madera. En la fachada principal de la C/Miguel Iscar, rompe con la geometría de los huecos incorporando dos huecos en arco de medio punto sobre pilares. La cubierta inclinada es de teja, con un lucernario que coincide con el núcleo de escaleras, y mansardas que dan luz al bajocubierta.

Actualmente se encuentran las fachadas principales de la envolvente en mal estado, así como las carpinterías de madera y galerías. Posterior a su construcción, en el 1996, se rehabilitó la cubierta, adaptándola a planta comercial bajocubierta, y se hizo un estudio de la rehabilitación necesaria de las fachadas, sin llevarse a cabo. Más tarde, en 2003, se incluyó un ascensor en el centro del núcleo de las escaleras.

Este edificio, debido a sus notables valores arquitectónicos, es un elemento catalogado que se encuentra en el Catálogo de Arquitectura del PGOU de Valladolid, con un grado de protección P3, que está incluido en la protección especial del Centro Histórico.



Figura 36: fachadas esquina C/Miguel Iscar con C/Licenciado Vidriera. Autora (junio 2019)



Figura 37: fachada principal C/Miguel Iscar. Autora (junio 2019)

4.4.2. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



FACHADA SUR CALLE MIGUEL ISCAR

superficie total m2	365,40
superficie paño ciego m2	248,17
superficie huecos m2	117,23
% huecos	32,08



FACHADA OESTE CALLE LICENCIADO VIDRIERA

superficie total m2	327,50
superficie paño ciego m2	216,26
superficie huecos m2	111,24
% huecos	33,97

4.5. LEÓN. ZONA CLIMÁTICA E1.

4.5.1. DATOS HISTÓRICOS Y EMPLAZAMIENTO

Para la zona climática más fría de España, zona E, se ha elegido la ciudad de León. El edificio se encuentra en la Calle Ancha, la principal vía de la ciudad, haciendo esquina con la Calle Sierra de Pambley. Todos los edificios de esta calle se encuentran catalogados con una protección especial, y se encuentran construcciones desde el siglo XV hasta principios de siglo XX, por lo que se tiene una calle con múltiples edificios del tipo edificatorio que se busca. Este inmueble, lo proyectó Manuel de Cardenal, importante arquitecto de la ciudad de León, en 1902 por encargo de la familia Fernández-Llamazares.

Situación	C/Ancha 10, León
Zona climática	E1
Año de construcción	1902
Arquitecto	Manuel de Cardenal
Uso original	Locales y vivienda
Uso actual 2019	Locales y viviendas
Nº plantas	Sótano + Baja + 3 + BC
Nº viviendas	6

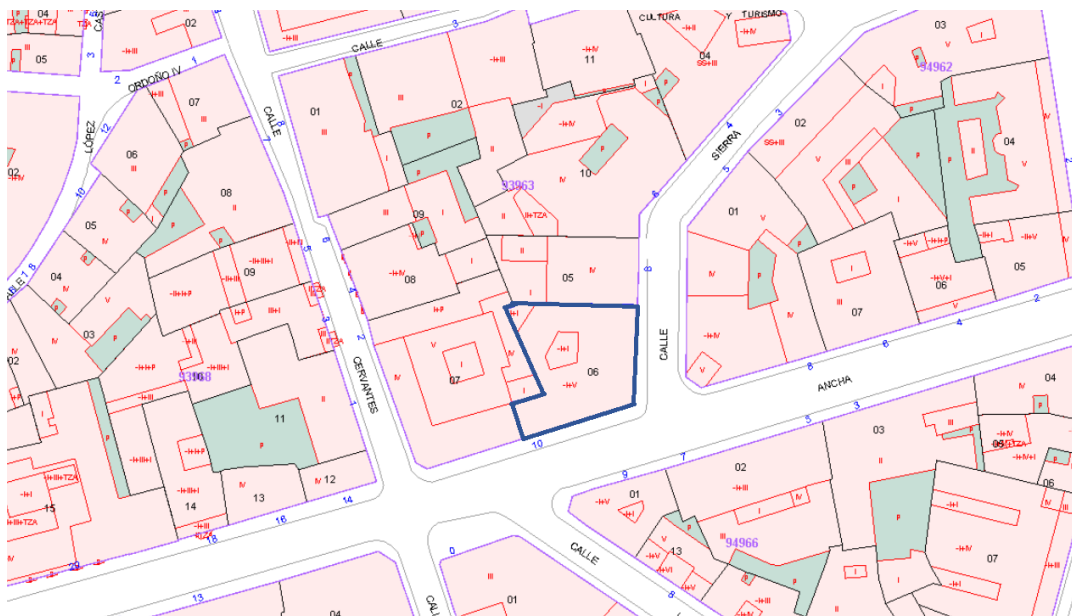


Figura 38: Situación inmueble en C/Ancha. Fuente: Sede Electrónica del Catastro (junio 2019).

El inmueble tiene cuatro plantas sobre rasante: la planta baja destinada a comercio y que constituye el basamento del edificio; tres plantas residenciales con dos viviendas por planta; y un bajocubierta. Además tiene un sótano destinado a almacén que corresponde a los comercios. Consta de dos fachadas principales a calle, teniendo la entrada a las comunicaciones del edificio en la Calle Ancha, un pequeño patio interior, y una fachada trasera que da a un patio de manzana.

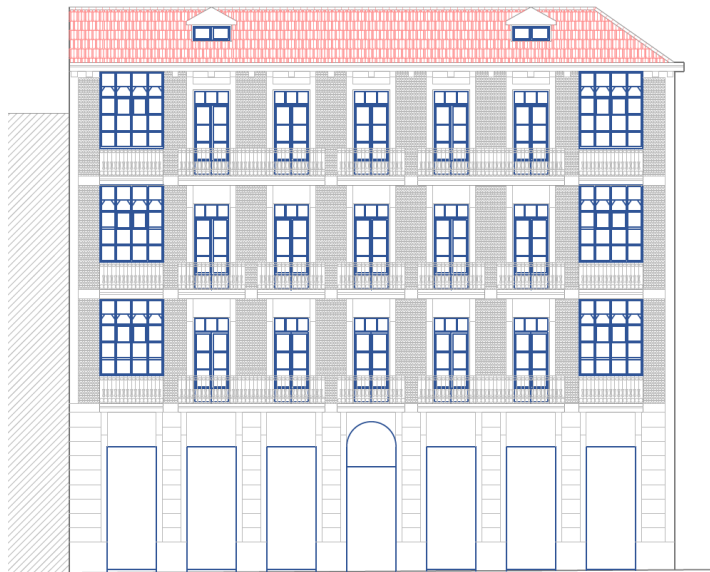
La fachada principal de entrada (Calle Ancha), tiene miradores de subestructura metálica en los ejes laterales, y junto con la otra fachada principal, constan todos los huecos de balcones formados por piedra, corridos o de un único vano, dependiendo de la planta en cuestión. Tiene un zócalo de piedra en la planta baja, y el resto de esta se encuentra almohadillada, diferenciándola de las plantas residenciales que dejan el ladrillo visto. La cubierta es inclinada de teja, con claraboyas y mansardas para iluminar el bajocubierta.

Este inmueble se encuentra catalogado en el “Plan especial de ordenación, mejora y protección de la ciudad antigua de León” del PGOU de León, como Arquitectura Culta de 1er grado con un nivel de protección III. Esto significa que la protección se extiende a la conservación estructural y de fachadas, incluyendo los elementos arquitectónicos visibles al exterior así como los elementos interiores de valor.



Figura 39 y 40: fachadas en la esquina C/Ancha y C/Sierra de Pambley. Autora (julio 2019)

4.5.2. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



FACHADA SUR CALLE ANCHA

superficie total m2	326,46
superficie paño ciego m2	257,02
superficie huecos m2	69,44
% huecos	21,27



FACHADA ESTE CALLE SIERRA DE PAMBLEY

superficie total m2	250,12
superficie paño ciego m2	198,87
superficie huecos m2	51,25
% huecos	20,49

5. DEMANDA ENERGÉTICA ZONAS CLIMÁTICAS.

A continuación, se estudiará el comportamiento térmico de la envolvente del edificio de referencia, el situado en Alicante (B4), en cada zona climática, obteniéndose unas transmitancias térmicas que se compararán con la máxima que establece el CTE DB-HE para cada elemento de la envolvente térmica en cada caso.

Tras esto, se realizará la simulación energética del estado actual del edificio de referencia, cambiando la zona climática en cada caso, para obtener las demandas energéticas para cada mediante el programa informático LIDER-CALENER. Se ha escogido este programa para realizar las simulaciones debido a que es la herramienta facilitada por el Ministerio de Fomento, y además es la que sirve de base de datos para otros programas de calificación energética. Los resultados que se obtengan se analizarán posteriormente con otro programa informático VISOL (Visor de archivos de resultados de LIDER). Este programa permite ver el comportamiento del edificio en periodo de calefacción o refrigeración y mostrar qué componentes o elementos son los responsables de las ganancias o pérdidas (Villar y Jiménez, 2014). Así se podrá identificar en cada caso los problemas de la situación actual y de qué manera se puede actuar para mejorar la eficiencia energética.

5.1. DATOS PARA LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA

Para la simulación hay que tener en cuenta distintos datos: la definición geométrica del edificio; los materiales que definen los elementos de la envolvente térmica; y los datos emplazamiento. El edificio de referencia tiene tres plantas residenciales, por lo que la definición geométrica solo incumbirá a estas tres plantas, obviando la planta baja comercial, ya que se busca independizar térmicamente la parte residencial de la planta baja que puede ser un espacio no calefactado. Así tendremos los siguientes datos:

Superficie Habitable⁷ (m²)	1229,70	Volumen Habitable (m³)	5163,75
---	---------	--	---------

Elemento	Superficie (m²)	U media proyecto inicial (W/m²K)
Fachadas de espacios habitables: principales a calles	1219,85	0,86
Fachadas de espacios habitables: núcleo de escaleras	436,43	1,41
Fachadas espacios habitables: muros patios	336,80	1,41
Huecos espacios habitables	442,80	4,70
Cubierta plana	110,00	1,01
Cubierta inclinada	342,00	1,44
Suelo entre planta baja y viviendas	441,96	1,69

Tabla 1: Síntesis de datos para la introducción en la simulación

Para la definición geométrica del edificio se ha trabajado con tres plantas, las residenciales por encima de la planta baja del edificio. La primera planta tendrá unas dimensiones de huecos y una altura libre distinta a las siguientes dos, las cuales serán iguales.

La demanda energética, tanto calefacción como refrigeración, se ha obtenido gracias a los datos introducidos, a partir de las visitas al edificio, del estudio del sistema edificatorio de la época señalada y memorias constructivas de edificios similares; así se ha podido conocer la composición de sus elementos y transmitancias térmicas. Con todo esto, el sistema de cerramientos verticales exteriores se compone de tres fachadas principales a la calle, con un mismo sistema, dos patios interiores con otro sistema de cerramiento que es el mismo que el de la separación del núcleo de escaleras y las viviendas. Existe una medianera, que constituye un cerramiento vertical adiabático.

El sistema de cerramientos horizontales exteriores se forma con la cubierta plana de la azotea, y la cubierta inclinada de teja plana. Los forjados entreplantas se consideran adiabáticos, a excepción del de la planta primera de viviendas, que separará de la planta baja no calefactada.

⁷ Deduciendo el espacio no habitable del núcleo de escaleras y ascensor

- FACHADAS PRINCIPALES (SUR, ESTE Y OESTE)

U (W/m ² K) ⁸	MATERIAL ⁹	Espesor (m)	λ ¹⁰ (W/mK)
0,86	Mortero de cemento + pintura	0,02	0,55
	1 pie de ladrillo métrico o catalán	0,24	0,51
	1 pie de ladrillo métrico o catalán	0,24	0,51
	Yeso + pintura	0,02	0,57

- FACHADAS DE PATIOS INTERIORES

U (W/m ² K)	MATERIAL	Espesor (m)	λ (W/mK)
1,41	Mortero de cemento + pintura	0,02	0,55
	1 pie de ladrillo métrico o catalán	0,24	0,51
	Yeso + pintura	0,02	0,57

- CARPINTERÍAS EXTERIORES

NOMBRE	Ventana hojas abatibles proyecto inicial
Acristalamiento	VER_M_4
Marco	VER_Madera de densidad media alta
% Hueco	30
Permeabilidad m ³ /hm ² a 100Pa	80
U (W/m ² K)	4,70
Factor solar	0,70 ¹¹

- FORJADO TIPO (ADIABÁTICO)

U (W/m ² K)	MATERIAL	Espesor (m)	λ (W/mK)
1,89	Plaqueta o baldosa cerámica	0,03	1
	Mortero de cemento	0,01	0,55
	FU con viguetas de madera con entrevigado	0,20	1,335
	Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal	0,16	
	Falso techo de placas de escayola	0,02	0,25

⁸ Transmitancia total del componente. Dato extraído del HULC.

⁹ Elementos que forman el sistema

¹⁰ Conductividad térmica, tomada de la base de datos del HULC

¹¹ Valor de factor solar por defecto. Al incluir a la simulación las mallorquinas con lamas fijas hay que aplicar un valor del factor solar modificado para sombras estacionales.

- CUBIERTA PLANA

U (W/m ² K)	MATERIAL	Espesor (m)	λ (W/mK)
0,96 ¹²	Lámina impermeable de poliuretano	0,02	0,25
	Mortero de cemento para pendiente	0,04	0,55
	Doble tablero rasilla	0,08	0,445
	Tabiquillo LHD en cámara de aire horizontal sin ventilar	0,11	
	FU con viguetas de madera con entrevigado	0,20	1,335
	Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal	0,16	
	Falso techo de placas de escayola	0,02	0,25

- CUBIERTA INCLINADA

U (W/m ² K)	MATERIAL	Espesor (m)	λ (W/mK)
1,36 ¹³	Teja plana de arcilla cocida	0,02	1
	Rastreles de madera en cámara de aire ligeramente ventilada horizontal	0,05	
	Tablero contrachapado de madera	0,02	0,09

- MEDIANERA NORTE(ADIABÁTICA)

U (W/m ² K)	MATERIAL	Espesor (m)	λ (W/mK)
1,48	1 pie de ladrillo macizo métrico o catalán	0,24	0,51
	Yeso + pintura (Enlucido de yeso 1000 <d< 1300)	0,02	0,57

- FORJADO ENTRE PB Y P1

U (W/m ² K)	MATERIAL	Espesor (m)	λ (W/mK)
1,89	Plaqueta o baldosa cerámica	0,03	1
	Mortero de cemento	0,01	0,55
	FU con viguetas de madera con entrevigado	0,20	1,335
	Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal	0,16	
	Falso techo de placas de escayola	0,02	0,25

¹² Valor de transmitancia corregido del HULC, ya que el programa previamente no considera que la dirección del flujo de calor es vertical.

¹³ Ídem

Tras comprobar estos resultados de transmitancias térmicas obtenidas con el HULC, se comparan con las límite señaladas en el CTE DB-HE1 “Limitación de la demanda energética”, y corroboramos que la envolvente térmica actual no cumple los límites actuales establecidos por distintas razones claras: el edificio objeto en su construcción no se pensó en la limitación energética, por la fecha y por los sistemas constructivos del momento que no utilizaban aislantes, y que sin estos últimos es imposible alcanzar los límites establecidos en CTE. Aunque los muros principales de fachadas, debido a su masa, cumple para las zonas climáticas de invierno A y B, donde no sería necesaria la incorporación de aislamiento.

	PROYECTO U= W/m ² K	A	B	C	D	E
Muros fachadas calle	0,86	0,50	0,38	0,29	0,27	0,25
Muros fachadas patios	1,41	0,50	0,38	0,29	0,27	0,25
Huecos	4,70	2,3-3,1	1,8-2,3	1,6-2	1,6-1,8	1,6-1,7
Cubierta plana	0,96	0,47	0,33	0,23	0,22	0,19
Cubierta inclinada	1,36	0,47	0,33	0,23	0,22	0,19

Tabla 2: Comparativa transmitancias térmicas entre CTE DB HE y el proyecto. Autora

Los valores de transmitancias térmicas límite, son genéricos para cada una de las cinco zonas climáticas. No se ha tenido en cuenta los parámetros característicos de la envolvente, en la que se desglosa cada zona climática de invierno y de verano, ya que escogemos un edificio de referencia el cual puede servir para cada zona climática y orientación variada.

Un parámetro importante que hemos de tener en cuenta es el factor solar del hueco. Se define como la relación entre la radiación solar en situación normal que se introduce en el edificio a través de la parte del acristalamiento, y la que se introduciría si el acristalamiento fuese 100% transparente (CTE DB HE, junio 2019). Este valor por defecto en el HULC es de 0,70, ya que el programa supone que tendremos algún tipo de sombra en la parte transparente. Pero para la sombra estacional de los huecos (desde el mes de junio a septiembre), hay que introducir un valor de factor solar modificado, ya que se tiene en cuenta las mallorquinas contraventanas exteriores con lamas fijas que aparecen en numerosos edificios de este tipo. Por tanto, tenemos en cuenta que el programa tiene el valor por defecto de 0,70, y que si queremos alcanzar un valor de sombra estacional 0,30¹⁴,

¹⁴ Valor de factor solar modificado para los huecos que tienen mallorquinas con lamas fijas, resultado de la operación $F = F_s [(1 - F_m) \alpha + F_m \times 0,04 \times U_m \times \alpha]$

tendremos que poner un valor cociente entre el 0,45 de las mallorquinas y el 0,70 por defecto.

Otro parámetro que ya tiene en cuenta el HULC, y que es importante, es la inercia térmica de los materiales, ya que estamos hablando de edificios

5.2. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Tras la introducción de los datos geométricos y constructivos que se han recogido en el punto anterior, se selecciona la opción “Edificio existente: intervención importante”, y obtenemos unos resultados de demanda energética conjunta en comparación con la demanda energética del edificio de referencia. Para obtener los resultados de la demanda separada (calefacción y refrigeración), habrá que seleccionar “Edificio nuevo”. Hay que tener en cuenta que puede ser que un edificio cumpla con los límites de la demanda conjunta, y no con la demanda separada, como se podrá ver en distintos casos. Además, la demanda conjunta obtenida mediante el HULC, no significa la suma exacta de las demandas de calefacción y refrigeración del edificio, ya que intervienen otros factores a la hora de realizar la demanda conjunta.

Estos resultados obtenidos permiten comprobar si la demanda actual del edificio cumple con la normativa y los límites puestos en el CTE DB HE, pero esta herramienta (HULC) no nos permite visualizar la razón de esa demanda. Por ello, el archivo habrá que abrirlo posteriormente con el programa informático ViSol y averiguar qué componentes son los responsables de las ganancias o pérdidas térmicas en el sistema.

A3. CÁDIZ

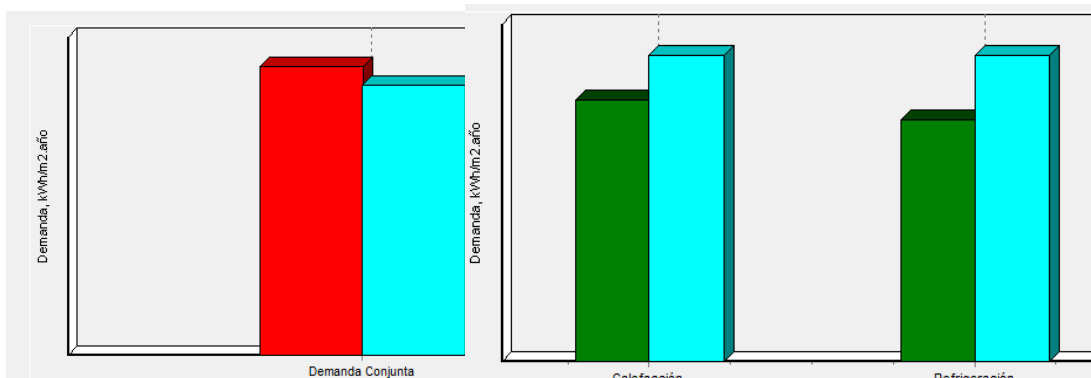


Figura 41(izda.): demanda conjunta (kWh/m²año) en zona climática A3. Cádiz. Fuente: HULC

Figura 42(dcha.): demanda de calefacción y refrigeración (kWh/m²año) en zona climática A3. Cádiz. Fuente: HULC.

Demanda calefacción: 12,81 kWh/m²año (Límite 15,00 kWh/m²año)

Demanda refrigeración: 11,89 kWh/m²año (Límite 20,00 kWh/m²año)

Demanda conjunta: 21,90 kWh/m²año (Límite 20,48 kWh/m²año)

Se puede observar que las demandas actuales del edificio (calefacción y refrigeración) no alcanzan los límites, y aunque se analizarán su comportamiento por elemento, la conclusión sería que este tipo de edificios en este clima, no necesita de rehabilitación energética para cumplir estrictamente, pero sí que se podrían mejorar los elementos actuales para reducir esa demanda, y conseguir un consumo mínimo.

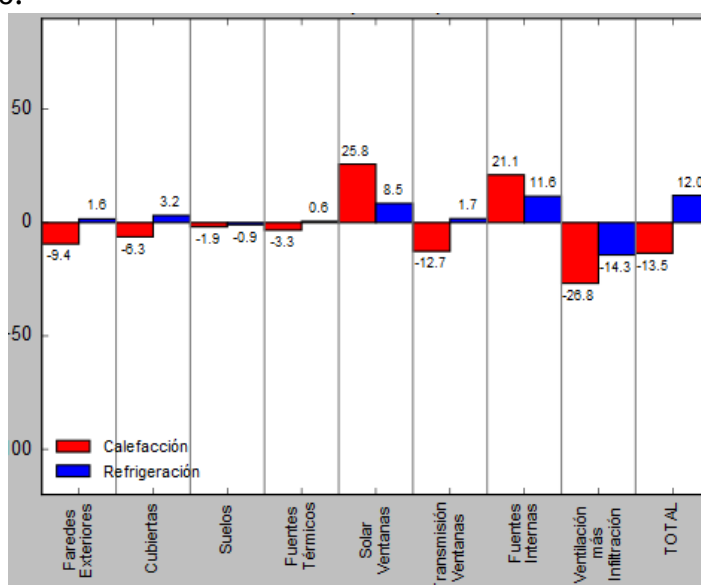


Figura 43: demanda por componente en zona climática A3. Cádiz. Fuente: ViSol.

De estos datos, se comprueba que aunque en la ventilación e infiltración por los huecos y la transmisión por las ventanas se pierde energía, y son los responsables de esto, por la incidencia solar de las ventanas en régimen de calefacción, se obtendría la energía necesaria (límites establecidos) para no recurrir a fuentes activas. Gracias a esta ventilación e infiltración en los huecos, en régimen estival y que las ganancias térmicas por las ventanas se reducen gracias a los elementos de sombreado como las contraventanas exteriores o mallorquinas de lamas fijas, se minimiza la demanda en refrigeración hasta los límites aceptados.

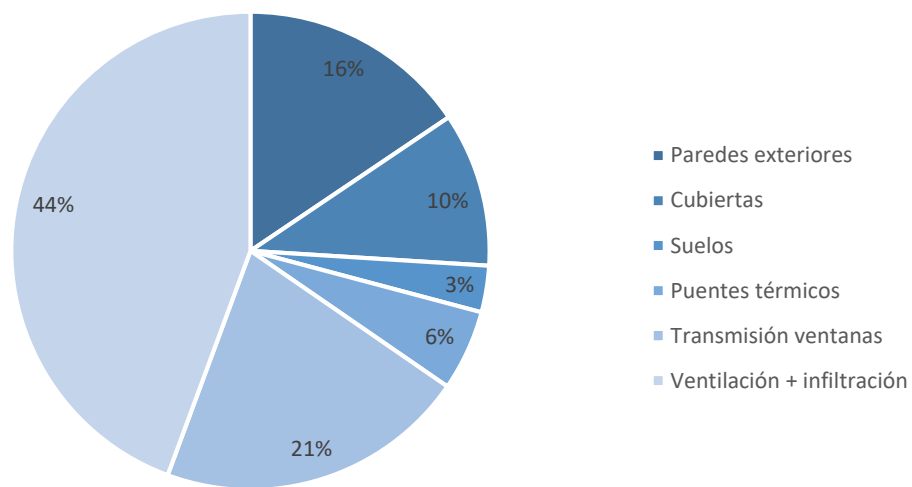


Gráfico 1: pérdidas térmicas en régimen de calefacción por elemento en zona climática A3. Cádiz. Autora. Fuente: ViSol.

B4. ALICANTE

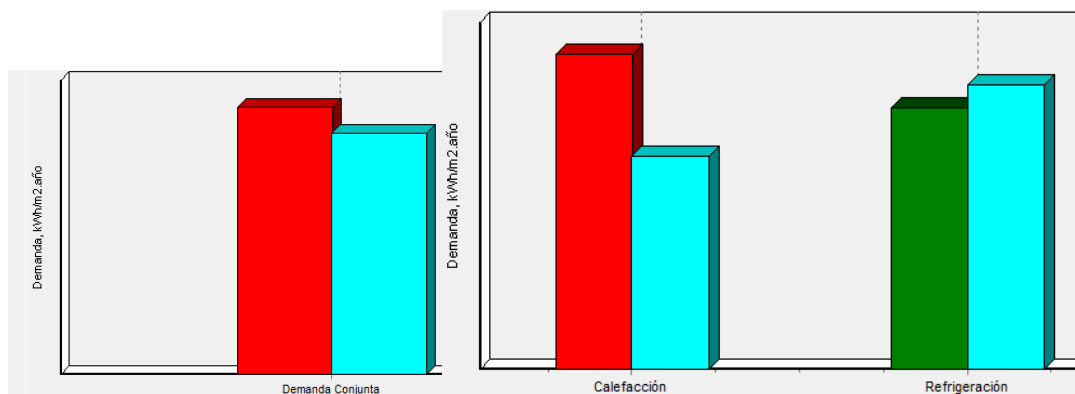


Figura 44(izda.): demanda conjunta (kWh/m²año) en zona climática B4. Alicante. Fuente: HULC

Figura 45(dcha.): demanda de calefacción y refrigeración (kWh/m²año) en zona climática B4. Alicante. Fuente: HULC.

Demanda calefacción: 22,19 kWh/m²año (Límite 15,00 kWh/m²año)

Demanda refrigeración: 18,44 kWh/m²año (Límite 20,00 kWh/m²año)

Demanda conjunta: 36,23 kWh/m²año (Límite 32,74 kWh/m²año)

Se observa que aunque la demanda de refrigeración se encuentra dentro de los límites establecidos (aunque continua siendo un valor alto), la demanda de calefacción los sobrepasa, por lo que con ViSol se podrá ver qué elementos son responsables de ella.

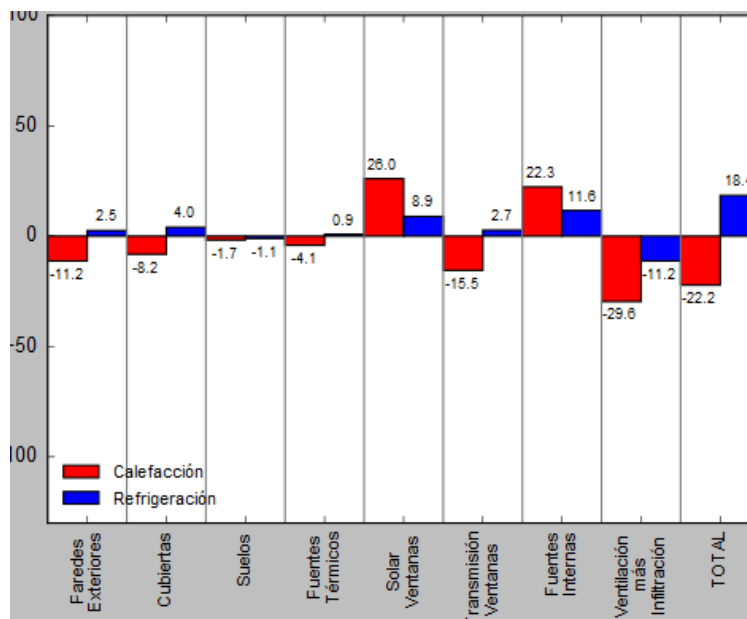


Figura 46: demanda por componente en zona climática B4. Alicante. Fuente: ViSol.

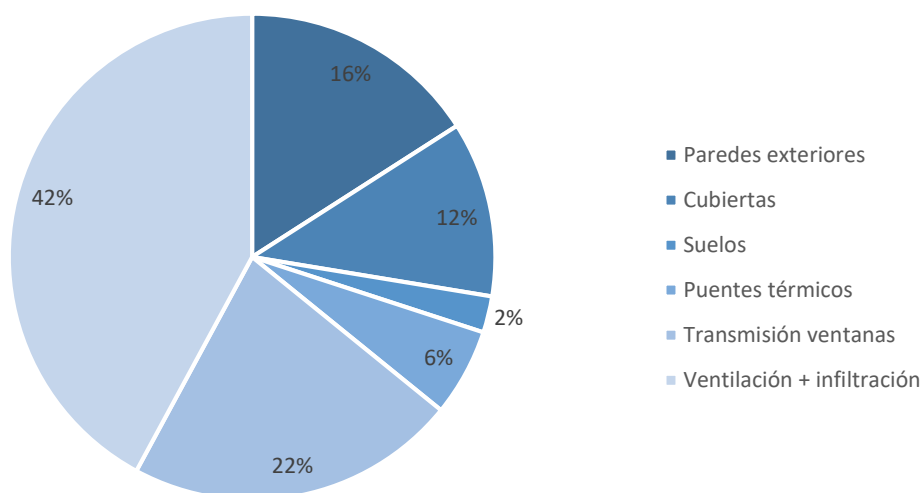


Gráfico 2: pérdidas térmicas en régimen de calefacción por elemento en zona climática B4. Alicante. Autora. Fuente: ViSol.

Las principales pérdidas térmicas en régimen de calefacción se producen por diversos elementos de los huecos, la ventilación e infiltración a través de ellos, y la transmisión de las ventanas, por su baja transmitancia térmica. Como se ve, las fachadas exteriores solo suponen un 16% de las pérdidas, por lo que la parte ciega de la envolvente térmica actual cumple con los requisitos. Como ocurrirá en las demás zonas climáticas, al tener un alto porcentaje de marco en las carpinterías (30%), y no ser estancas, la ventilación supone el mayor responsable de las pérdidas térmicas.

Además, al igual que en la zona climática A3, la demanda en refrigeración cumple con los límites, gracias a los elementos de sombreado para los meses de junio a septiembre, como son las mallorquinas de lamas fijas exteriores.

C1. SANTANDER

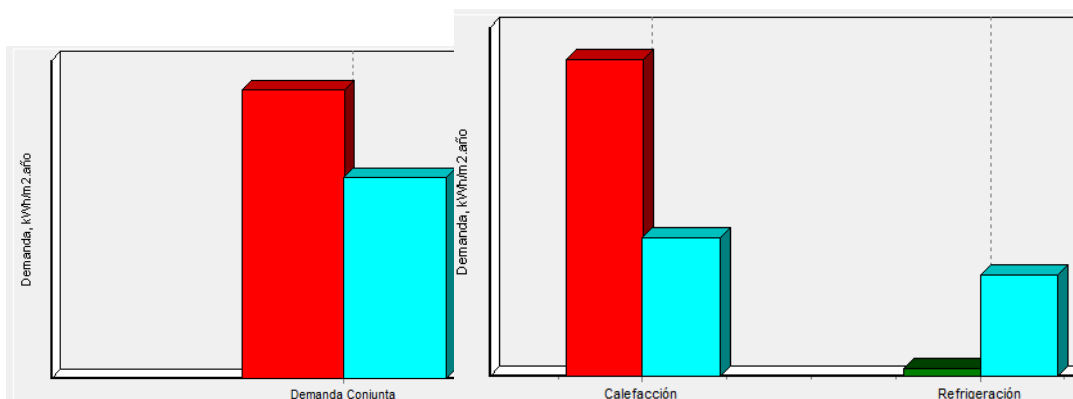


Figura 47(izda.): demanda conjunta (kWh/m²año) en zona climática C1. Santander. Fuente: HULC

Figura 48(dcha.): demanda de calefacción y refrigeración (kWh/m²año) en zona climática C1. Santander. Fuente: HULC.

Demanda calefacción: 47,04 kWh/m²año (Límite 20,55 kWh/m²año)

Demanda refrigeración: 1,04 kWh/m²año (Límite 15,00 kWh/m²año)

Demanda conjunta: 49,95 kWh/m²año (Límite 34,30 kWh/m²año)

Dado que la zona climática de invierno es la C, la demanda energética del edificio base aumenta considerablemente respecto a las zonas A y B, superando los límites permitidos. De la misma manera que al ser zona 1 de verano, la más leve, gracias a los sistemas de protección exteriores de los huecos y la ventilación en verano, se consigue una demanda casi nula en refrigeración.

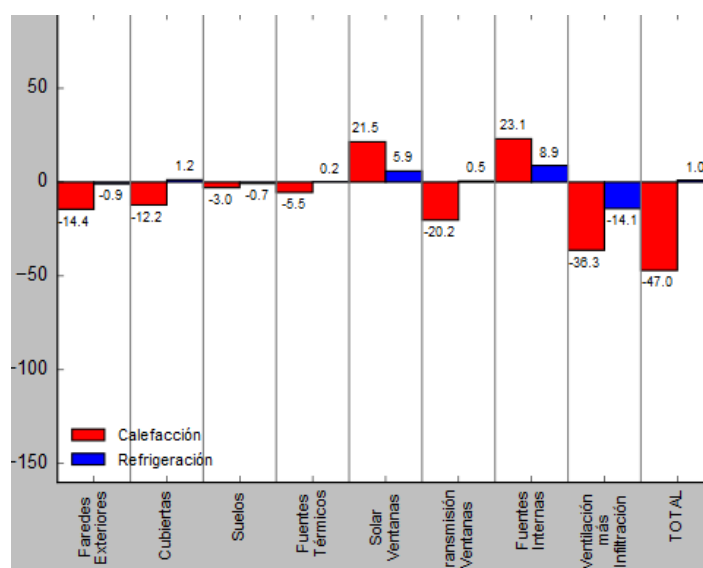


Figura 49: demanda por componente en zona climática C1. Santander. Fuente: ViSol.

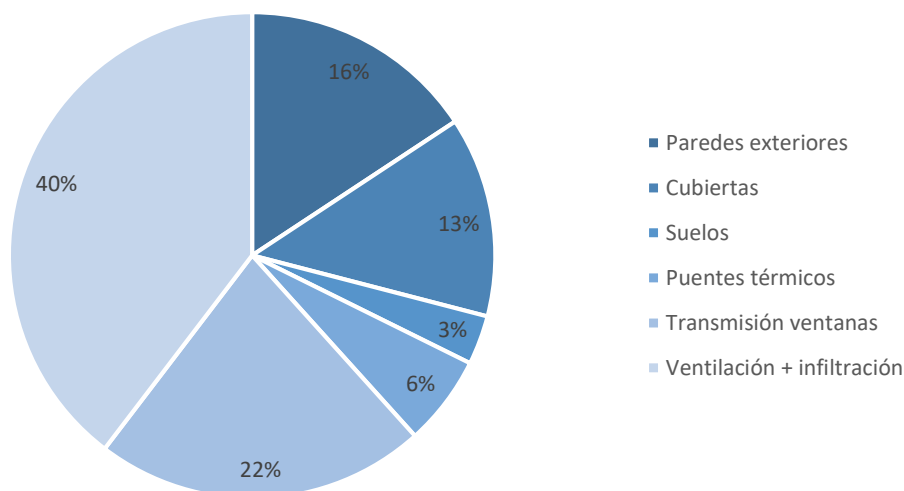


Gráfico 3: pérdidas térmicas en régimen de calefacción por elemento en zona climática C1. Santander. Autora. Fuente: ViSol.

El principal responsable de las pérdidas térmicas en periodo de calefacción, como se puede comprobar en el resto de las zonas climáticas, es la formación de los huecos y las ventanas existentes. Por la poca estanqueidad de las carpinterías, y la alta transmisión térmica del vidrio, aumenta la demanda energética de calefacción. El paño ciego de la fachada y la cubierta de la envolvente suponen un 29% de las pérdidas, mientras que el hueco un 62%. Así como el hueco es el responsable máximo de las pérdidas en invierno, también permite tener ganancias térmicas por la transmisión solar de las ventanas, y obtener resultados casi nulos de refrigeración.

D2. VALLADOLID

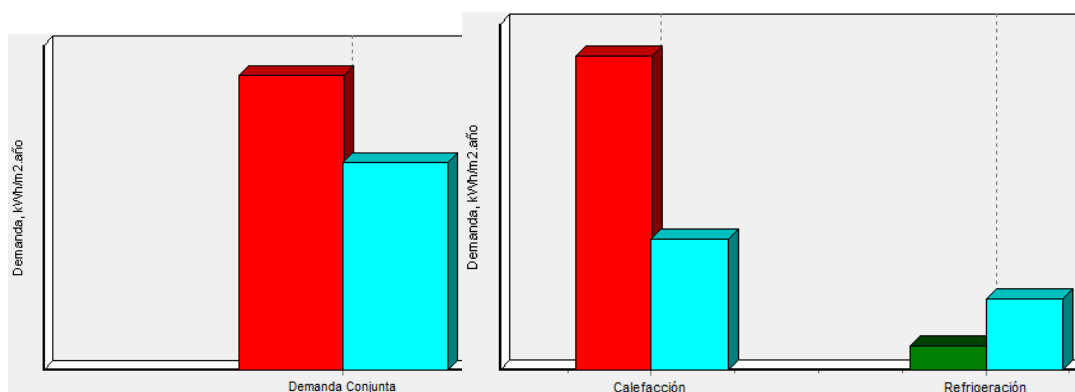


Figura 50(izda.): demanda conjunta (kWh/m²año) en zona climática D2. Valladolid. Fuente: HULC

Figura 51(dcha.): demanda de calefacción y refrigeración (kWh/m²año) en zona climática D2. Valladolid. Fuente: HULC.

Demanda calefacción: 67,15 kWh/m²año (Límite 28,11 kWh/m²año)

Demanda refrigeración: 5,17 kWh/m²año (Límite 15,00 kWh/m²año)

Demanda conjunta: 72,88 kWh/m²año (Límite 51,23 kWh/m²año)

Como se suponía, las demandas energéticas de calefacción aumentan conforme aumenta la severidad de la zona climática de invierno, y la demanda en refrigeración no alcanza los límites y se mantiene baja, dado que la inclemencia en verano es 2. Lo que más interesa, como en el resto de los casos es saber qué componentes del sistema del edificio son los responsables de las pérdidas térmicas.

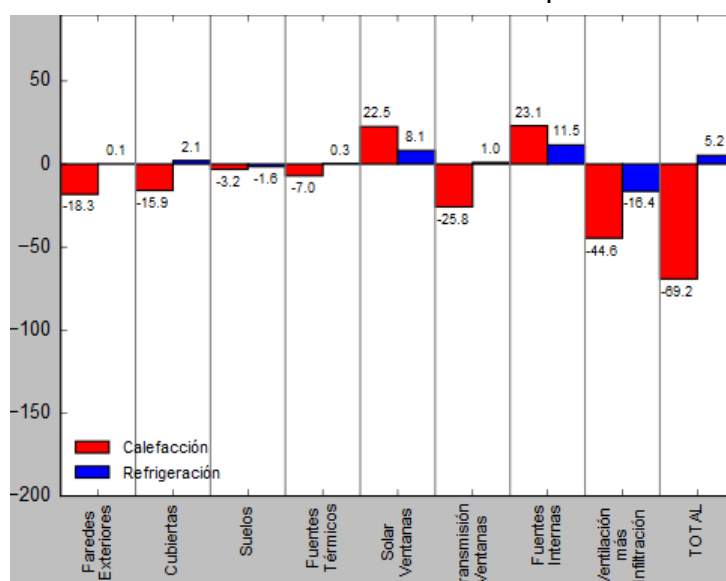


Figura 52: demanda por componente en zona climática D2. Valladolid. Fuente: ViSol.

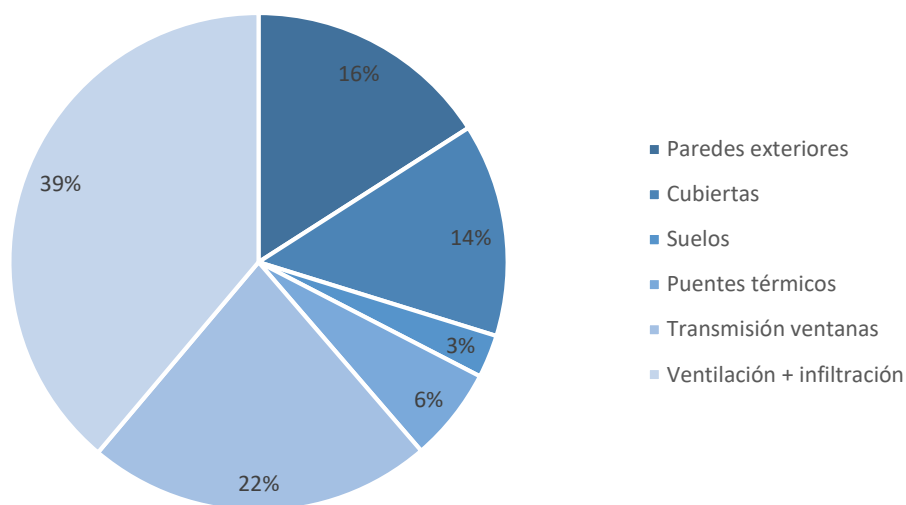


Gráfico 4: pérdidas térmicas en régimen de calefacción por elemento en zona climática D2. Valladolid. Autora. Fuente: ViSol.

El edificio base se comporta de la misma manera en todos los casos, los elementos tendrán el mismo porcentaje de responsabilidad en las pérdidas y en las ganancias térmicas, en periodo de calefacción o refrigeración. Pero los elementos que más pérdidas producen, más demanda ocasionan con el aumento de la severidad de la zona de invierno. Así, de los 67,15 kWh/m²año, 40,37 kWh/m²año se debe a las pérdidas en los huecos (61% transmisión ventanas y ventilación e infiltración).

E1. LEÓN

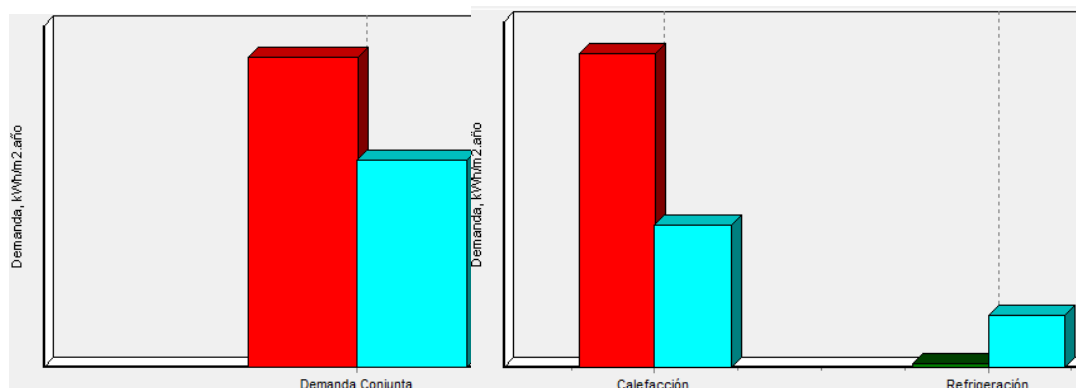


Figura 53(izda.): demanda conjunta (kWh/m²año) en zona climática E1. León. Fuente: HULC

Figura 54(dcha.): demanda de calefacción y refrigeración (kWh/m²año) en zona climática E1. León. Fuente: HULC.

Demanda calefacción: 92,09 kWh/m²año (Límite 41,66 kWh/m²año)

Demanda refrigeración: 1,10 kWh/m²año (Límite 15,00 kWh/m²año)

Demanda conjunta: 95,59 kWh/m²año (Límite 63,72 kWh/m²año)

Al ser la zona climática de invierno más severa, la demanda energética de calefacción del mismo edificio base que en las demás zonas, será la más elevada. Y al ser la zona climática más leve de verano, la demanda energética de refrigeración será casi nula.

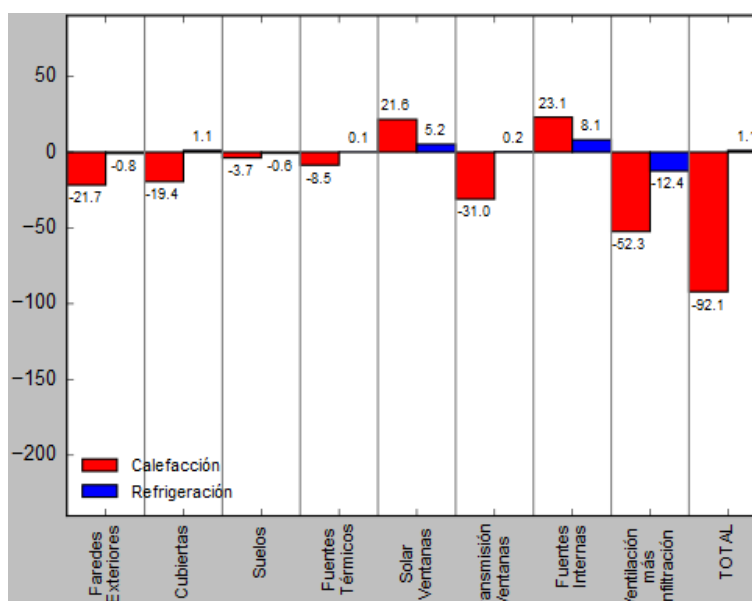


Figura 55: demanda por componente en zona climática E1. León. Fuente: ViSol.

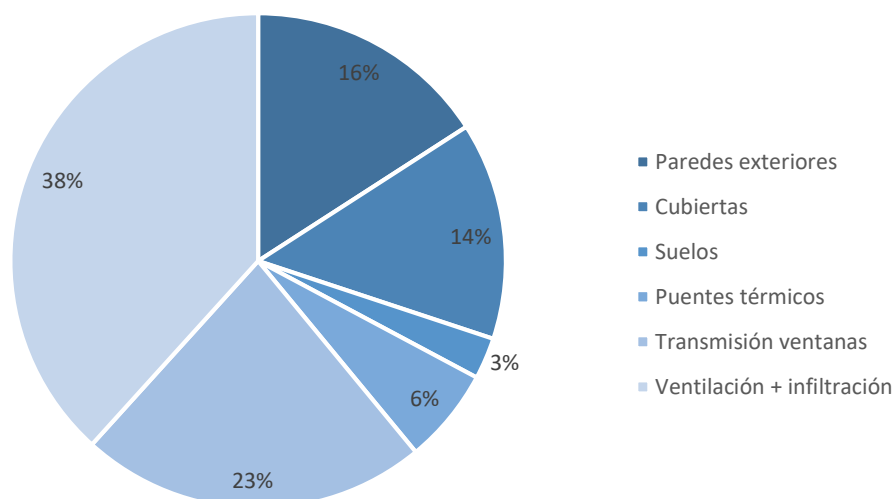


Gráfico 5: pérdidas térmicas en régimen de calefacción por elemento en zona climática E1. León. Autora. Fuente: ViSol.

Como ya se ha observado en el resto de los casos, y especialmente en el caso de la zona climática C1, la demanda en refrigeración es casi nula, gracias a las protecciones exteriores, que impide que en los días de mayor incidencia solar entre toda la radiación. Así como en periodo de calefacción, permite que esta radiación pase en su mayoría al interior del edificio reduciendo la demanda. Aunque esta demanda de calefacción, debida a la formación de los huecos (alta transmitancia térmica y poca estanqueidad), hace que aumente considerablemente.

5.3. CONCLUSIONES PARCIALES

Resumiendo este capítulo, y analizando los resultados obtenidos en conjunto, se llegan a una serie de conclusiones, algunas propuestas antes de iniciar las simulaciones, y otras obtenidas a partir de los resultados gracias al ViSol.

La demanda energética de calefacción para un mismo edificio, aumenta según la severidad de la zona climática de invierno, siendo A la más leve y E la más severa. Por lo que A3. Cádiz y E1. León, serán los que obtengan menor demanda y mayor demanda respectivamente. De igual manera, la demanda de refrigeración aumentará con la dureza del verano, la 1 la más baja 4 la más dura. Por lo que E1. León y C1. Santander, obtienen la mínima demanda en refrigeración y B4. Alicante, la más alta.

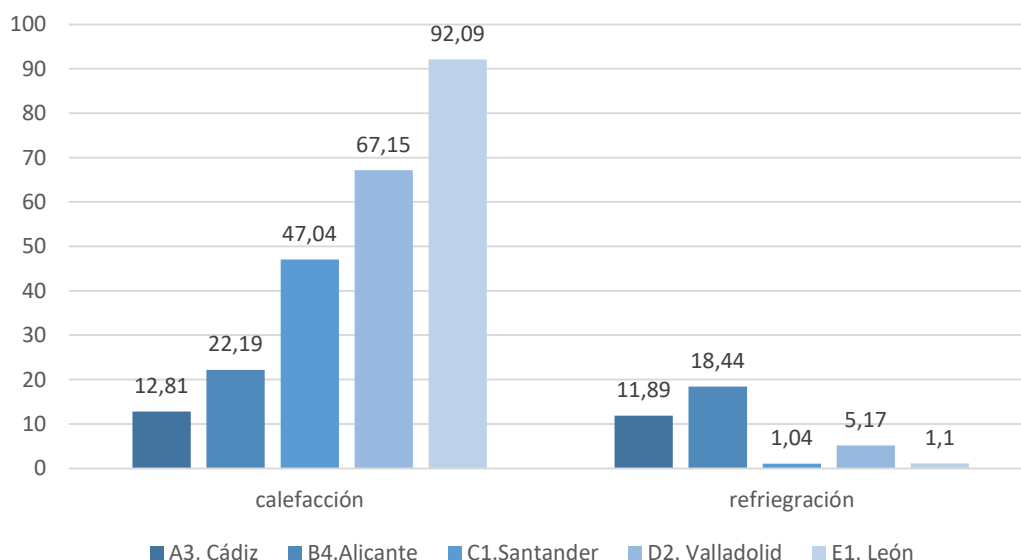


Gráfico 6: comparativa demandas energéticas de calefacción y refrigeración (kWh/m²año) en cada zona climática estudiada. Autora. Fuente: HULC

Analizando posteriormente los componentes del edificio, y su comportamiento térmico, se llega a la conclusión de que de todos los elementos que forman la envolvente térmica de edificio, la formación del hueco (transmisión ventanas e infiltración y ventilación), es la que mayor pérdidas térmicas en régimen de calefacción ocasiona en el sistema. Aumentando estas pérdidas según la severidad de la zona climática de invierno.

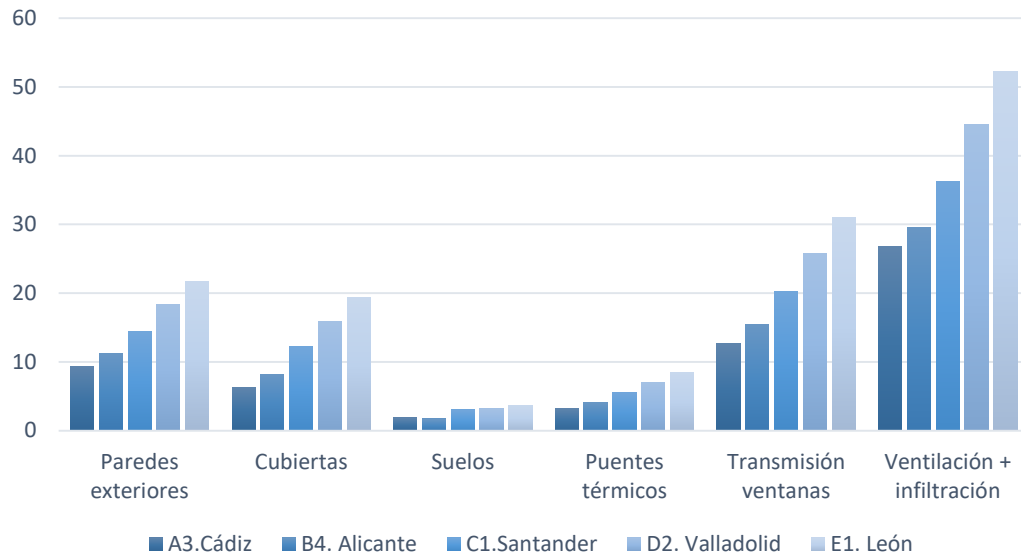


Gráfico 7: comparativa pérdidas térmicas en régimen de calefacción (kWh/m²año) en cada zona climática estudiada y por componentes. Autora. Fuente: HULC

Estos resultados serán la base para llegar a unas propuestas para la mejora de la eficiencia energética del edificio, en cada zona climática, y dependiendo de los componentes que más pérdidas térmicas originen.

6. PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

Tras los resultados obtenidos y analizarlos, se procede a realizar propuestas de mejora energética para cada caso, en función de sus datos iniciales. Las propuestas para la mejora de la eficiencia energética del edificio tendrán resultados distintos para cada zona climática. Las propuestas irán enfocadas a los elementos que hemos detectado como los causantes de la demanda energética, por lo que al final, cada zona climática tendría que llevar a cabo propuestas distintas en función de la necesidad. Como ya se ha tratado anteriormente, al tratarse de edificios de características singulares, y con un alto valor arquitectónico, las propuestas incorporarán soluciones pensadas para este tipo de edificios, de manera que se mantenga el interior y el exterior actual por su valor, si se distorsiona el interior será con la menor repercusión a la superficie útil del edificio gracias a soluciones innovadoras. Además se estudiará la inversión económica necesaria para cada propuesta, ya que en algunos casos será un factor determinante para su viabilidad. Este estudio económico se realizará sobre una base de precios del programa CYPE¹⁵, además de los datos que se pueden obtener de los fabricantes en cada caso, y es una estimación aproximada.

Las distintas propuestas que se analizarán serán las siguientes:

A) AISLAMIENTO PLANTA BAJA

Para independizar las plantas residenciales (espacios calefactados) de la planta baja comercial que depende del uso puede no estar calefactada, se aislará el forjado entre estas dos plantas con lana mineral de 4cm sobre el falso techo existente en la planta baja. Con esta incorporación del aislamiento se consigue una transmitancia térmica del elemento de 0,55 W/m²K, muy reducido del actual 1,89 W/m²K.

	€/m ²	m ²	
Aislamiento lana mineral 4cm en rollo	14,29 ¹⁶	441,96	6.315,61 €
TOTAL			6.315,61 €

¹⁵ <http://www.generadordeprecios.info/rehabilitacion>

¹⁶ CYPE, 2019.

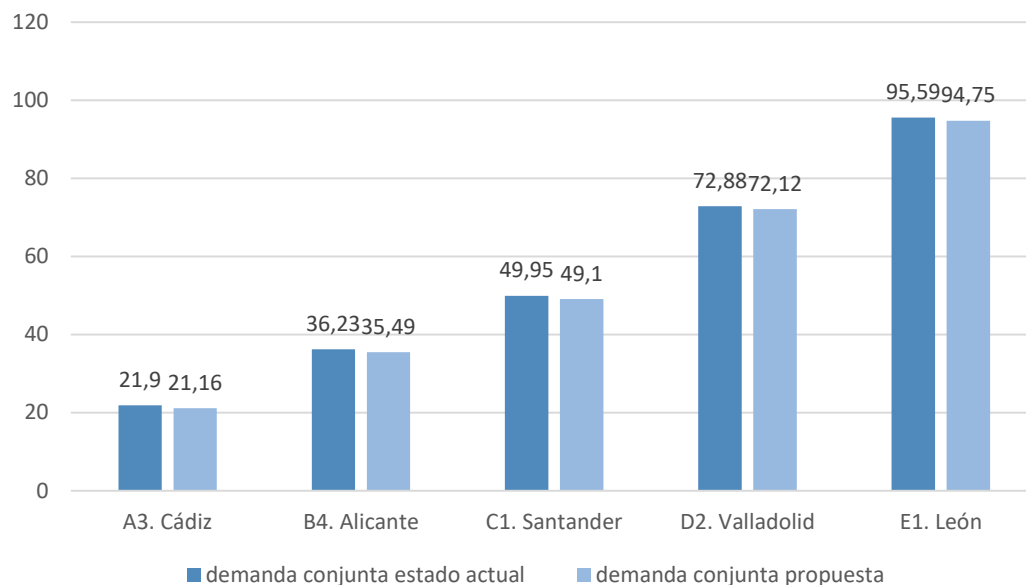


Gráfico 8: comparativa demandas conjuntas (kWh/m²año) del estado actual de cada zona climática con las demandas obtenidas aislando la planta baja. Autora. Fuente: HULC

B) REHABILITACIÓN DEL HUECO

Se sustituirían los vidrios existentes de las carpinterías (actualmente monolíticos) por un doble bajo emisivo. Los marcos de madera de las carpinterías que se encuentren en mal estado, se podrán cambiar por carpinterías nuevas de madera de alta densidad con juntas de estanqueidad de materiales elastómeros, pero en cambio si mantenemos los marcos existentes habría que colocar juntas de estanqueidad para evitar la ventilación indeseada. El cambio de vidrio y la incorporación de juntas cambian por completo el comportamiento de la carpintería, reduciendo su transmitancia térmica del actual $4,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ ¹⁷ y la estanqueidad pasa del actual $80 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ a 100Pa , a $25 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ a 100Pa , que cumple con los límites para todas las zonas climáticas de invierno.

¹⁷ <https://es.saint-gobain-building-glass.com/es/guia-de-ventanas-eficientes-y-sistemas-de-regulacion-y-control-solar-de-la-comunidad-de-madrid> (junio 2019)

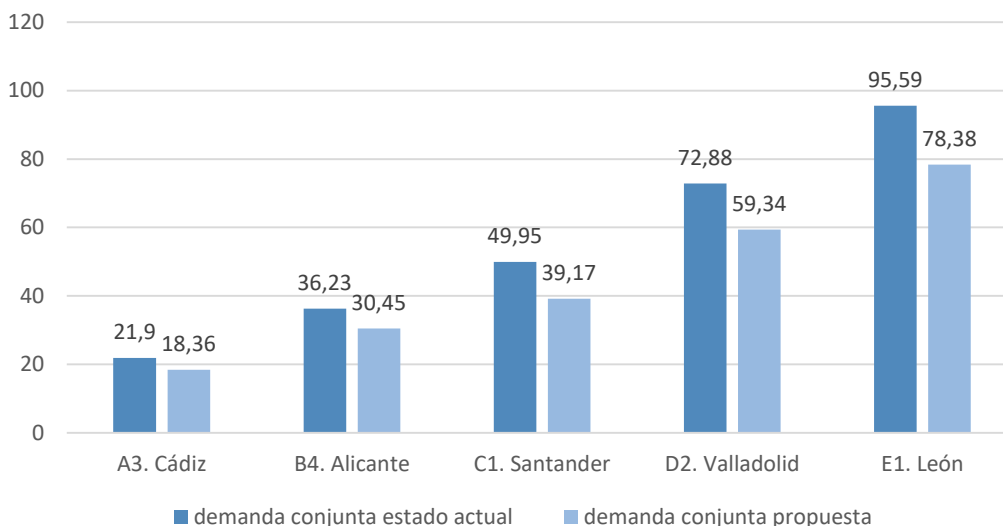


Gráfico 9: comparativa demandas conjuntas (kWh/m²año) del estado actual de cada zona climática con las demandas obtenidas mejorando la eficiencia de las carpinterías. Autora. Fuente: HULC

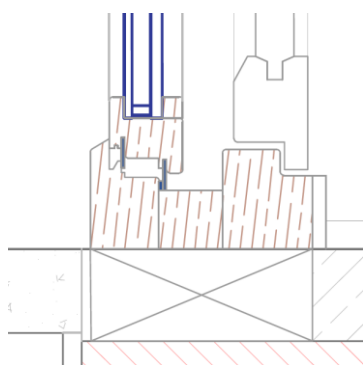


Figura 57: carpintería con juntas de estanqueidad y doble vidrio bajo emisivo. Autora.

Como era de suponer, si los huecos suponen el elemento que mayores pérdidas produce en el edificio, al rehabilitarlo energéticamente, se obtendrán unos buenos resultados, consiguiendo los mayores ahorros en las zonas climáticas severas de invierno, dado que es donde se producen las mayores pérdidas térmicas.

La repercusión económica de la inversión sería la siguiente:

	€/Ud	Uds	
Carpintería de madera con juntas y vidrio doble	250 ¹⁸	41	10.250,00 €
TOTAL			10.250,00 €

¹⁸<https://es.saint-gobain-building-glass.com/es/hub/productos/ventanas-y-puertas> (julio 2019)

C) AISLAMIENTO CUBIERTAS

Se levanta la cubierta plana actual, sobre el forjado actual se coloca una lámina de 8 cm de poliestireno extruido (XPS) (IDAE, 2008), que proporciona aislamiento en el elemento de cubierta de la azotea y de las terrazas. Se recolocan los tabiquillos, las rasillas, y se ejecutará la pendiente correctamente con mortero de cemento. La protección de la cubierta será como actualmente, una lámina impermeable autoprottegida. Así, se pasa de una transmitancia térmica de $1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

En el caso de la cubierta inclinada, podría rehabilitarse térmicamente por el exterior o por el interior. La rehabilitación propuesta será por el interior, con aislamiento de fibra de vidrio de 0,04 m y una barrera de vapor, colocando travesaños por debajo de las viguetas. Así quedaría independizado la cámara de aire del bajocubierta no calefactado de la vivienda. .

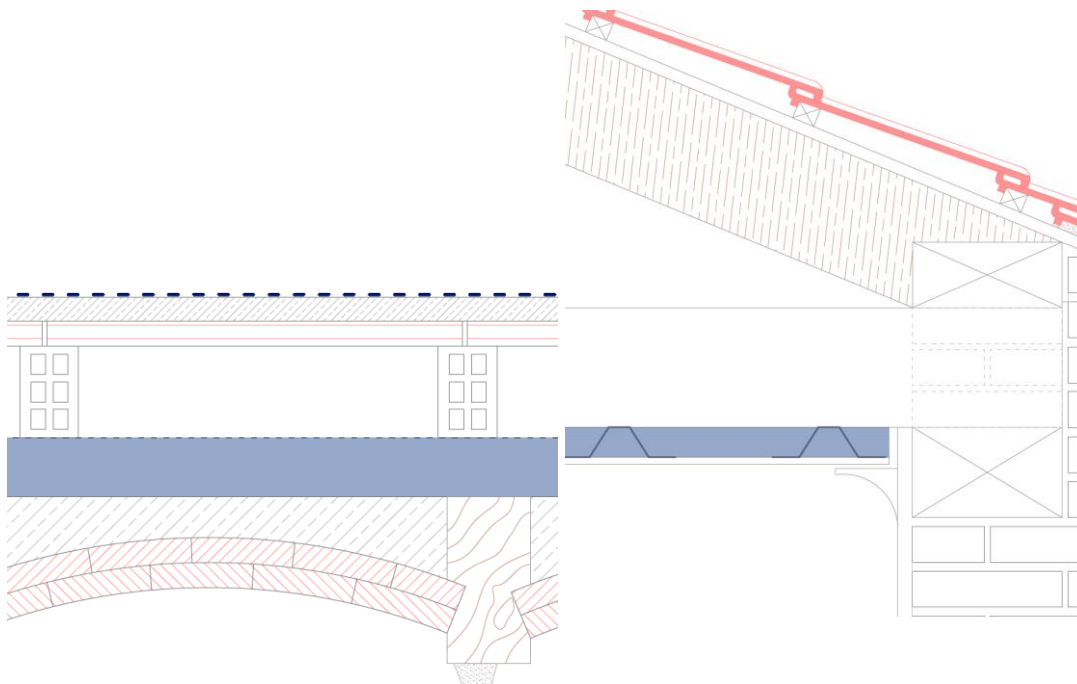


Figura 58 (izq.): detalle de la cubierta plana con aislamiento de XPS. Autora.

Figura 59 (dcha.): detalle de la cubierta inclinada con travesaños a las viguetas y aislamiento con lana mineral. Autora.

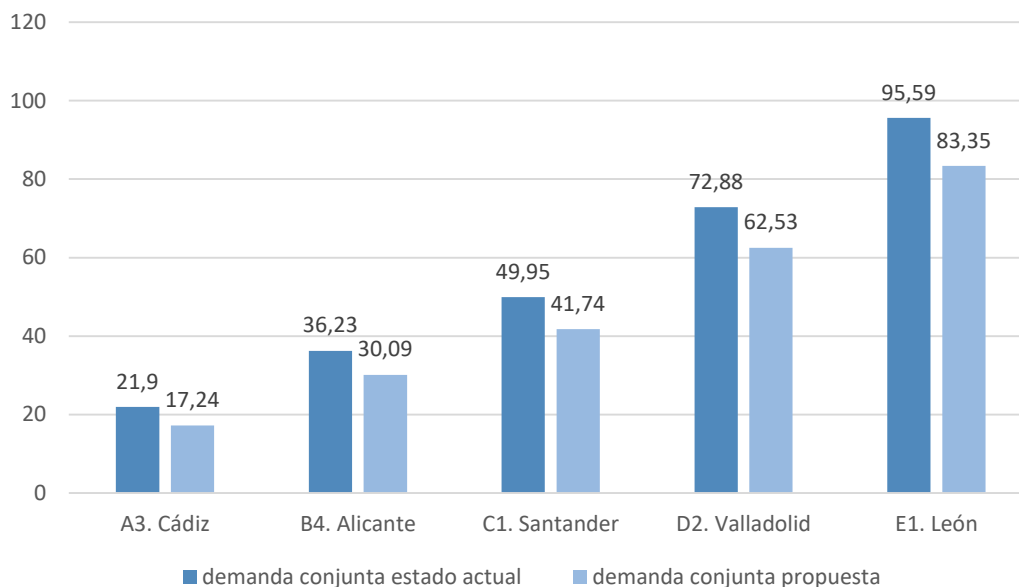


Gráfico 10: comparativa demandas conjuntas (kWh/m²año) del estado actual de cada zona climática con las demandas obtenidas aislando las cubiertas. Autora. Fuente: HULC

Rehabilitar energéticamente las cubiertas sigue suponiendo una alta disminución de la demanda energética conjunta, consiguiendo un mayor ahorro de la demanda en las zonas climáticas severas de verano respecto a la mejora de las carpinterías.

La repercusión económica de la inversión sería la siguiente:

	€/m ² ¹⁹	m ²	
Demolición cubierta plana ventilada	25,41	110	2.795,10 €
Cubierta plana ventilada invertida autoprotegida con aislamiento XPS 8 cm	75,29	110	8.281,90 €

TOTAL CUB. PLANA	11.077,00 €
-------------------------	--------------------

	€/m ² ²⁰	m ²	
Demolición cielo raso cañizo	6,01	342	2.055,42 €
Falso techo adosado	21,44	342	7.332,48 €
Aislamiento con lana mineral 4 cm	14,29	342	4.887,18 €

TOTAL CUB. INCLINADA	14.275,08 €
-----------------------------	--------------------

¹⁹ CYPE, 2019

²⁰ Ídem

D) TRASDOSADO INTERIOR FACHADAS PRINCIPALES

Por la cara interna de los cerramientos verticales exteriores (Fachadas a calle), se trasdosaría con dos láminas de aerogel de 0,01 m cada una sobre una subestructura de aluminio autoportante y una placa de yeso laminado.

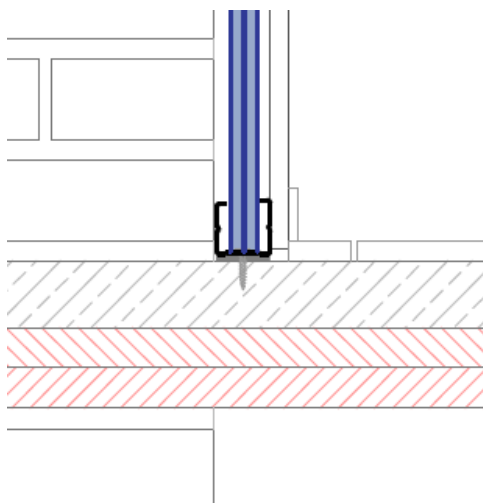


Figura 60: detalle trasdosado de fachada principal con láminas de aerogel. Autora. Fuente: Garay y Uriarte. 2016.

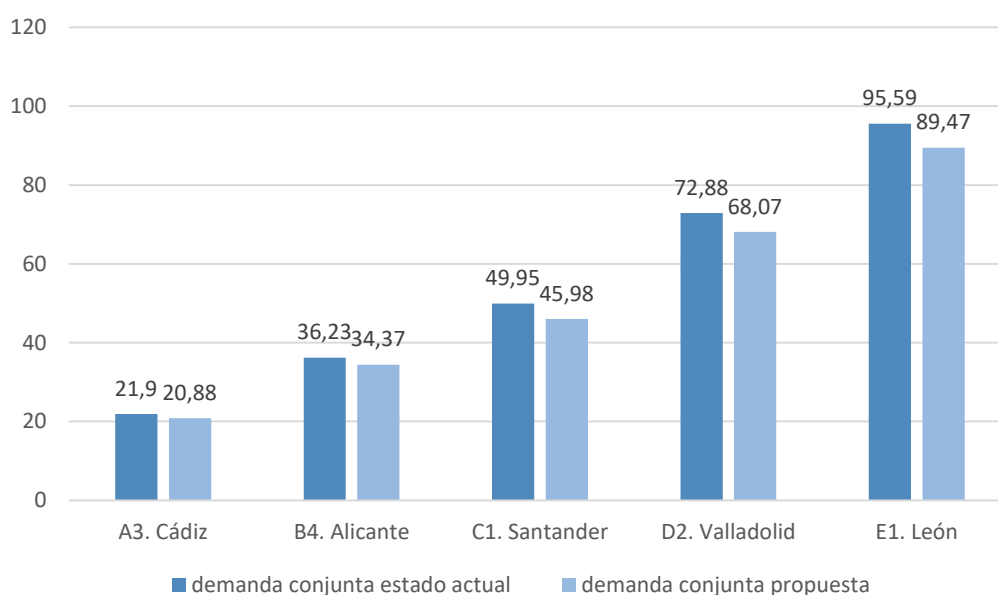


Gráfico11: comparativa demandas conjuntas (kWh/m²/año) del estado actual de cada zona climática con las demandas obtenidas trasdosando las fachadas. Autora. Fuente: HULC

En comparación con la rehabilitación de los huecos y de la cubierta, el trasdosado interior con un superaislante no supone un gran ahorro energético,

siendo en la zona climática A3 y B4 insignificante, dado que el aislamiento del paño ciego de la fachada aumentaría la demanda de refrigeración.

La repercusión económica sería la siguiente:

	€/m ²	m ²	
Trasdosado autoportante	35,89	1219,85	43.780,42 €
Aislamiento planchas aerogel	60	1219,85	73.191,00 €
TOTAL			116.971,42 €

Tras analizar cada propuesta por separado y su impacto en cada zona climática, se analizarán cada zona climática y las soluciones que se tendrían que adoptar para cumplir los límites de demanda exigidos, o en su defecto (como el caso de A3. Cádiz) conseguir una demanda mínima.

Otras propuestas de rehabilitación, como trasdosar exteriormente las fachadas de los patios con un sistema SATE, o eliminar los puentes térmicos de los forjados, se han eliminado ya que obteníamos unos resultados de un ahorro en la demanda energética entre el 0% y el 1% respecto al estado actual en cada zona climática.

A3. CÁDIZ

	Mejora carpinterías	Aislar cubiertas	Trasdosado fachadas	Aislar PB	Estado actual	Límite CTE
Demanda conjunta	18,36	17,24	20,88	21,16	21,90	20,48
Demanda calefacción	9,71	9,24	11,71	12,30	12,81	15,00
Demanda refrigeración	12,35	10,34	12,03	11,92	11,89	15,00
Ahorro demanda conjunta	3,54	4,66	1,02	0,74		
Ahorro demanda calefacción	3,10	3,57	1,10	0,51		
Ahorro demanda refrigeración	-	1,55	-	-		

Tabla 3: Síntesis de datos de demandas energéticas (kWh/m²año) zona A3. Autora. Fuente:

HULC

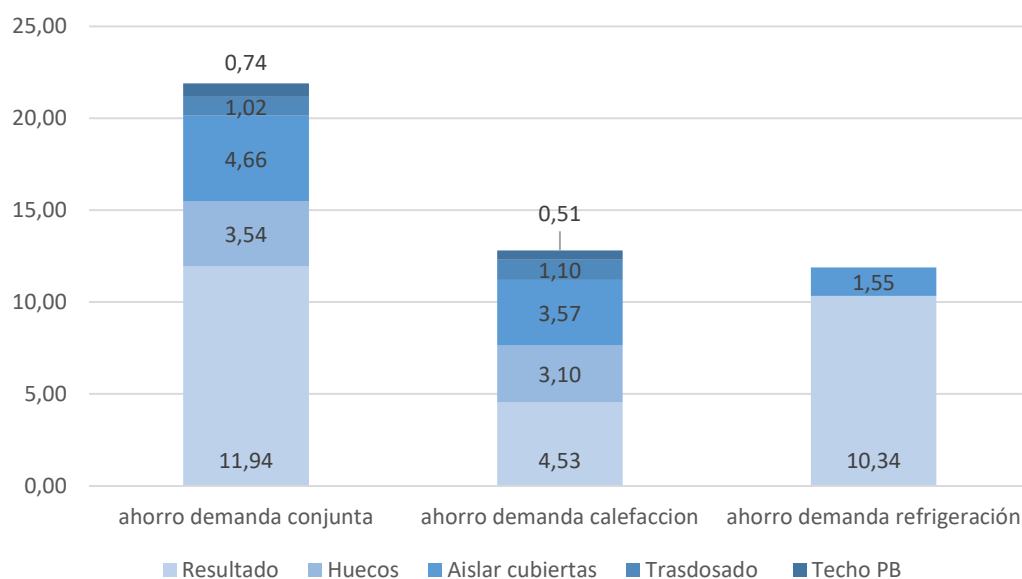


Gráfico 12: Ahorro en las demandas energéticas (kWh/m²año) de cada propuesta de rehabilitación en la zona climática A3. Cádiz. Autora. Fuente: HULC

De estos datos se extrae que en la zona climática A3, el mayor ahorro energético se consigue rehabilitando las cubiertas, tanto en calefacción como en refrigeración. Esto se debe a que la incidencia del sol en verano en las cubiertas, provoca unas ganancias térmicas interiores que aumenta la demanda en refrigeración, por eso el aislamiento y la cámara de aire en las cubiertas la disminuye. También, en invierno, y dado que esta parte de la envolvente no tiene

tanta masa que mantenga el calor como las fachadas principales (inercia térmica), se pierde energía y aumenta la demanda de calefacción. Aun así, la rehabilitación de los huecos cambiando las carpinterías existentes, suponen una gran disminución de la demanda energética de calefacción.

Para cumplir con los límites en la demanda conjunta bastaría con rehabilitar los huecos o aislar las cubiertas, teniendo en cuenta que el aislamiento de la planta baja es necesario por ser dos espacios distintos.

Como se ha dicho, se analizará a mayores la inversión necesaria por cada propuesta, y la relación de la inversión por cada kWh/m²año de demanda energética que se ahorraría llevando a cabo la propuesta.

Zona Climática	Propuesta mejora energética	Demanda conjunta kWh/m ² año	Inversión €	Ahorro demanda kWh/m ² año	€ por cada kWh/m ² año
A3. CÁDIZ	Estado actual	21,90			
	Mejora carpinterías	18,36	10.250,00	3,54	2895,48
	Aislar cubiertas	17,24	25.352,08	4,66	5.440,36
	Trasdosar fachadas	20,88	116.971,42	1,02	114.677,86
	Aislar PB	21,16	6.315,61	0,74	8.534,61

Tabla 4: relación inversión económica por propuesta con la demanda conjunta obtenida (kWh/m²año) zona A3. Autora.

En este caso, las propuestas que se realizarían, serían con el fin de minimizar al máximo el consumo energético del edificio, no por su cumplimiento con los límites establecidos. En conclusión, como trasdosando las fachadas principales no se consigue un ahorro elevado en la demanda, la inversión realizada es muy elevada para lo que se ahorra. Sin embargo, aislando las cubiertas se consigue el mayor ahorro en la demanda con la mínima inversión.

B4. ALICANTE

	Mejora carpinterías	Aislar cubiertas	Trasdosado fachadas	Aislar PB	Estado actual	Límite CTE
Demanda conjunta	30,45	30,09	34,37	35,49	36,23	32,74
Demanda calefacción	17,30	17,39	20,34	21,92	22,19	15,00
Demanda refrigeración	18,78	16,51	18,46	18,90	18,44	20,00
Ahorro demanda conjunta	5,78	6,14	1,86	0,74		
Ahorro demanda calefacción	4,89	4,80	1,85	0,27		
Ahorro demanda refrigeración	-	1,93	-	-		

Tabla 5: Síntesis de datos de demandas energéticas (kWh/m²año) zona B4. Autora. Fuente: HULC

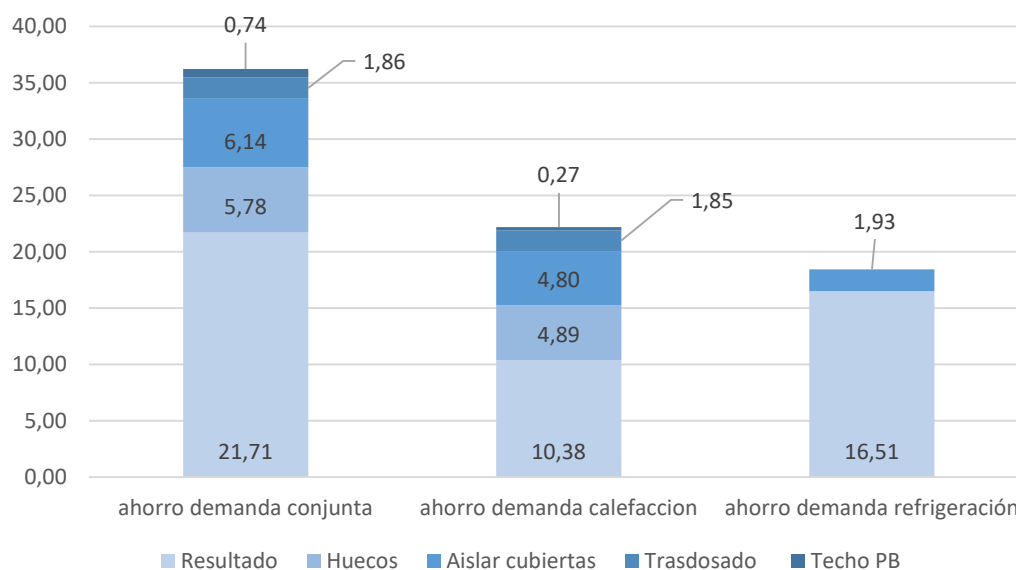


Gráfico 13: Ahorro en las demandas energéticas (kWh/m²año) de cada propuesta de rehabilitación en la zona climática B4. Alicante. Autora. Fuente: HULC

Como en el caso de la zona climática A3, el mayor ahorro en refrigeración se consigue mediante el aislamiento de las cubiertas, mientras que el mayor ahorro en calefacción se produce mejorando la estanqueidad de las carpinterías y cambiando los vidrios actuales por doble bajo emisivos. Para cumplir con los límites exigidos en el CTE, la propuesta del trasdosado no produce ahorros en la

demanda conjunta y es mínimo en la demanda de calefacción. Por tanto, con cualquiera de las otras dos propuestas (rehabilitando los huecos o aislando las cubiertas) se conseguiría alcanzar los límites establecidos.

La demanda conjunta energética cumpliría con los límites al mejorar las carpinterías o aislando las cubiertas, pero la demanda de calefacción seguiría sin cumplir. Por eso es necesario realizar distintas propuestas a fin de cumplir con los máximos.

	Techo PB+Huecos+ Aislar cubiertas	Techo PB + Huecos+ Aislar cubiertas+ Trasdoso	Límite CTE
demanda conjunta	23,57	21,71	32,74
demanda calefacción)	12,23	10,38	15,00
Demanda refrigeración	16,51	16,51	20,00

Tabla 6: Síntesis de datos de demandas energéticas (kWh/m²año) zona B4 con distintas propuestas. Autora. Fuente: HULC

Analizando económicamente cada propuesta y las demandas energéticas, se obtienen los siguientes resultados:

Zona Climática	Propuesta mejora energética	Demanda conjunta kWh/m ² año	Inversión €	Ahorro demanda kWh/m ² año	€ por cada kWh/m ² año
B4. ALICANTE	Estado actual	36,23			
	Mejora carpinterías	30,45	10250,00	5,78	1773,36
	Aislar cubiertas	30,01	25.352,08	6,22	4.075,24
	Trasdoso fachadas	34,37	116.971,42	1,86	62.887,89
	Aislar PB	35,49	6.315,61	0,74	8.534,61

Tabla 7: relación inversión económica por propuesta con la demanda conjunta obtenida (kWh/m²año) zona B4. Autora.

Como en el caso de la zona climática A3, mejorando la eficiencia energética aislando las cubiertas existentes, se consigue un mayor ahorro con una menor inversión. Mientras que trasdosando las fachadas, en las zonas menos severas del invierno el ahorro es mínimo, y la inversión muy elevada.

C1. SANTANDER

	Mejora carpinterías	Aislar cubiertas	Trasdosado fachadas	Aislar PB	Estado actual	Límite CTE
Demanda conjunta	39,17	41,74	45,98	49,10	49,95	34,30
Demanda calefacción	38,35	39,66	43,51	46,35	47,04	20,55
Demanda refrigeración	1,17	0,55	1,14	1,12	1,04	15,00
Ahorro demanda conjunta	10,78	8,21	3,97	0,85		
Ahorro demanda calefacción	8,69	7,38	3,53	0,69		
Ahorro demanda refrigeración	-	0,49	-	-		

Tabla 8: Síntesis de datos de demandas energéticas (kWh/m²año) zona C1. Autora. Fuente: HULC

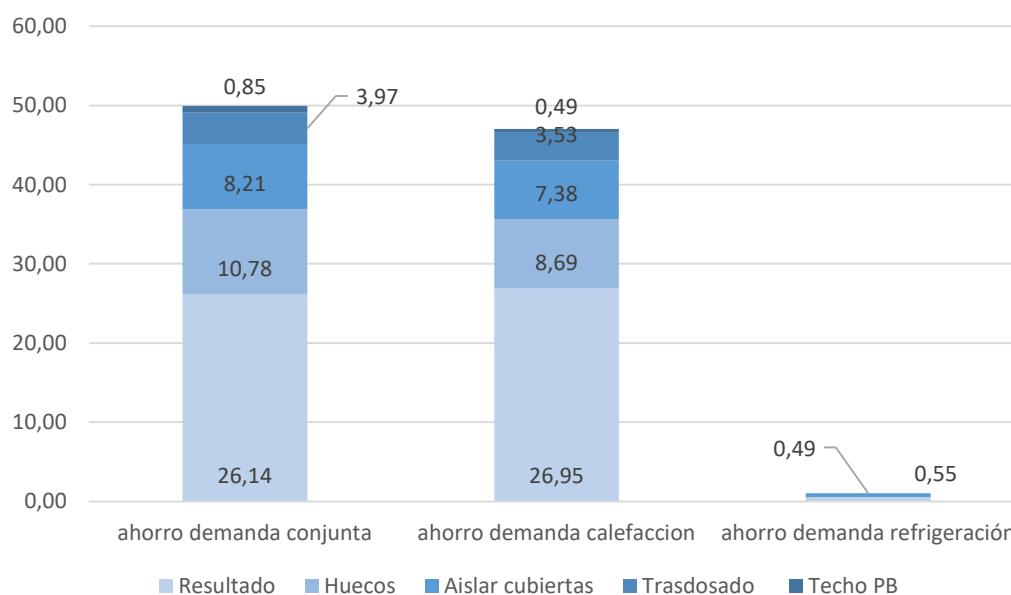


Gráfico 14: Ahorro en las demandas energéticas (kWh/m²año) de cada propuesta de rehabilitación en la zona climática C1. Santander. Autora. Fuente: HULC

El mayor ahorro energético en la demanda conjunta y la de calefacción, que es la que interesa dado que no cumple los requisitos, se produce rehabilitando los huecos de la envolvente; como aislando la cubierta también se consigue un gran ahorro, en este caso sería necesario llevar a cabo las dos propuestas para

cumplir los límites de la demanda conjunta. La demanda de calefacción, realizando las tres propuestas posibles en la rehabilitación energética, seguiría sin llegar al límite, por lo que hay que valor si compensa la inversión económica del trasdosado de fachadas y el ahorro en la demanda que se consigue.

	Techo PB+Huecos+ Aislar cubiertas	Techo PB + Huecos+ Aislar cubiertas+ Trasdoso	Límite CTE
demanda conjunta	30,11	26,14	34,30
demanda calefacción)	30,48	26,95	20,55

Tabla 9: Síntesis de datos de demandas energéticas (kWh/m²año) zona C1 con distintas propuestas. Autora. Fuente: HULC

Zona Climática	Propuesta mejora energética	Demanda conjunta kWh/m ² año	Inversión €	Ahorro demanda kWh/m ² año	€ por cada kWh/m ² año
C1. SANTANDER	Estado actual	49,95			
	Mejora carpinterías	39,17	10250,00	10,78	950,83
	Aislar cubiertas	41,74	25.352,08	8,21	9.087,85
	Trasdoso fachadas	45,98	116.971,42	3,97	29.463,83
	Aislar PB	49,10	6.315,61	0,85	7.430,13

Tabla 10: relación inversión económica por propuesta con la demanda conjunta obtenida (kWh/m²año) zona C1. Autora.

Al incrementarse la severidad de la zona climática de invierno, se observa que los componentes que disminuyen la demanda energética conllevan un mayor ahorro, por lo que la inversión se compensaría con el ahorro. Además, la inversión económica que supone el trasdosado de fachadas va disminuyendo su repercusión por kWh/m²año ahorrado en la demanda energética.

D2. VALLADOLID

	Mejora carpinterías	Aislar cubiertas	Trasdosado fachadas	Aislar PB	Estado actual	Límite CTE
Demanda conjunta	59,34	62,53	68,07	72,12	72,88	51,23
Demanda calefacción	55,45	57,46	62,25	66,50	67,15	28,11
Demanda refrigeración	5,55	4,18	5,32	5,22	5,17	15,00
Ahorro demanda conjunta	13,54	10,35	4,81	0,76		
Ahorro demanda calefacción	11,70	9,69	4,90	0,65		
Ahorro demanda refrigeración	-	0,99	-	-		

Tabla 11: Síntesis de datos de demandas energéticas (kWh/m²año) zona D2. Autora.

Fuente: HULC

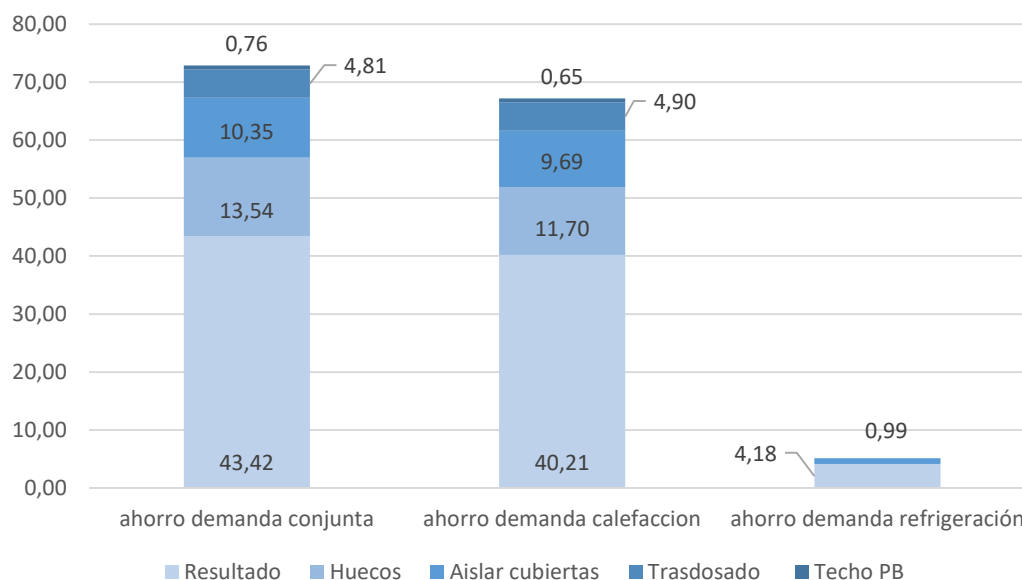


Gráfico 15: Ahorro en las demandas energéticas (kWh/m²año) de cada propuesta de rehabilitación en la zona climática D2. Valladolid. Autora. Fuente: HULC

Como ocurre en la zona climática C, para cumplir los límites establecidos para las demandas de calefacción, se tendría que recurrir a las tres propuestas, y aun así no se alcanzaría, pero sí conlleva una mejora notable respecto al estado actual.

	Techo PB +Huecos+ Aislar cubiertas	Techo PB+ Huecos+ Aislar cubiertas+ Trasdosar	Límite CTE
demanda conjunta	48,23	43,42	51,23
demanda calefaccion	45,11	40,21	28,11

Tabla 12: Síntesis de datos de demandas energéticas (kWh/m²año) zona D2 con distintas propuestas. Autora. Fuente: HULC

Zona Climática	Propuesta mejora energética	Demanda conjunta kWh/m ² año	Inversión €	Ahorro demanda kWh/m ² año	€ por cada kWh/m ² año
D2. VALLADOLID	Estado actual	72,88			
	Mejora carpinterías	59,34	10250,00	13,54	757,02
	Aislar cubiertas	62,53	25.352,08	10,35	2.449,48
	Trasdosar fachadas	68,07	116.971,42	4,81	24.318,38
	Aislar PB	72,12	6.315,61	0,76	8.310,01

Tabla 13: relación inversión económica por propuesta con la demanda conjunta obtenida (kWh/m²año) zona D2. Autora.

Como ya se ha adelantado, las inversiones económicas en relación al ahorro en la demanda energética que supone la propuesta, va disminuyendo porque aumenta el ahorro energético. El aislamiento del bloque residencial de la planta baja supone un ahorro en la demanda mínimo, pero es una intervención necesaria, que junto con otra propuesta es una inversión mínima y se amortizaría en un breve tiempo. Además, la mejora de la eficiencia mediante el trasdosado de las fachadas, supone una alta inversión económica pero la repercusión en la demanda energética aumenta también respecto a las otras zonas climáticas, por lo que en algunos casos sería factible llevarla a cabo junto con las demás propuestas.

E1. LEÓN

	Mejora carpinterías	Aislar cubiertas	Trasdosado fachadas	Aislar PB	Estado actual	Límite CTE
Demanda conjunta	78,38	83,35	89,47	94,75	95,59	63,72
Demanda calefacción	77,53	80,14	85,91	91,52	92,09	41,66
Demanda refrigeración	1,21	0,61	1,20	1,15	1,10	15,00
Ahorro demanda conjunta	17,21	12,24	6,12	0,84		
Ahorro demanda calefacción	14,56	11,95	6,18	0,57		
Ahorro demanda refrigeración	-	0,49	-	-		

Tabla 14: Síntesis de datos de demandas energéticas (kWh/m²año) zona E1. Autora.

Fuente: HULC

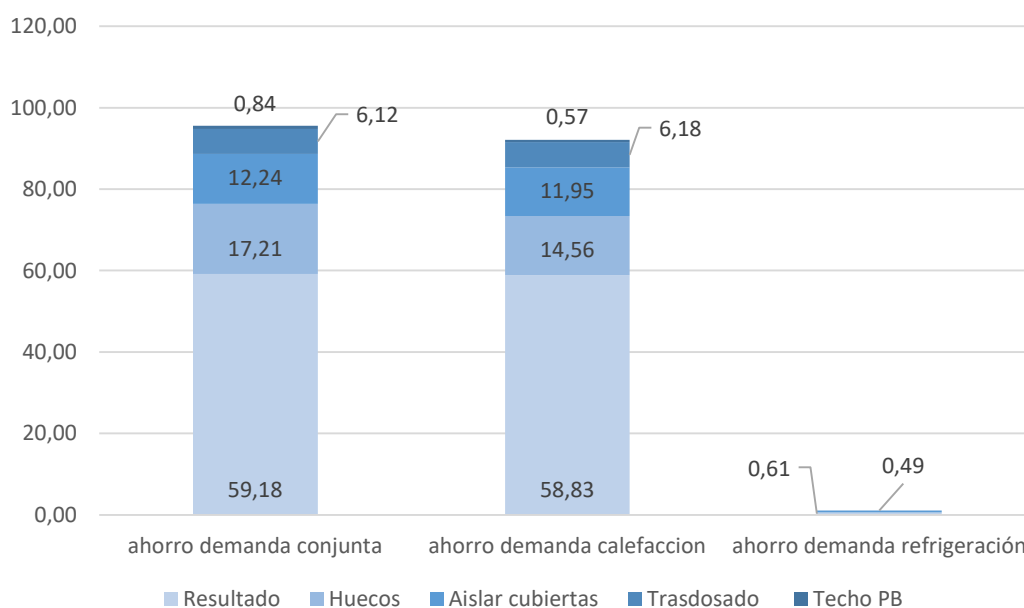


Gráfico 16: Ahorro en las demandas energéticas (kWh/m²año) de cada propuesta de rehabilitación en la zona climática E1. León. Autora. Fuente: HULC

Al igual que en la zona climática C1, el ahorro en la demanda de refrigeración se dispara con el aislamiento de las cubiertas actuales, llegando casi a la nula demanda. Pero la demanda de calefacción es la mayor de todas las zonas climáticas, por ser la zona más severa de invierno. Por tanto, recurriendo a las

tres propuestas se conseguirá una reducción notable en la demanda energética, pero no se alcanzarán los mínimos exigidos para la demanda de calefacción.

	Techo PB+ Huecos+ Aislar cubiertas	Techo PB + Huecos+ Aislar cubiertas+ Trasdoso	Límite CTE
demanda conjunta	65,30	59,18	63,72
demanda calefacción	65,01	58,83	41,66

Tabla 15: Síntesis de datos de demandas energéticas (kWh/m²año) zona E1 con distintas propuestas. Autora. Fuente: HULC

Zona Climática	Propuesta mejora energética	Demanda conjunta kWh/m ² año	Inversión €	Ahorro demanda kWh/m ² año	€ por cada kWh/m ² año
E1. LEÓN	Estado actual	95,59			
	Mejora carpinterías	78,38	10250,00	17,21	595,58
	Aislar cubiertas	83,35	25.352,08	12,24	2.071,25
	Trasdoso fachadas	89,47	116.971,42	6,12	19.119,98
	Aislar PB	94,75	6.315,61	0,84	7.518,58

Tabla 16: relación inversión económica por propuesta con la demanda conjunta obtenida (kWh/m²año) zona E1. Autora.

En la zona climática de España más severa en periodo de invierno, el ahorro energético es considerable cuando se llevan a cabo las distintas propuestas en conjunto, y aunque la inversión inicial es elevada por el trasdosado de las fachadas con un superaislante, es una inversión que a largo plazo se amortiza.

6.1. CONCLUSIONES PARCIALES

El mayor ahorro energético ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{año}$) respecto la demanda conjunta del estado actual en las zonas climáticas de invierno severas (C, D, E), se consigue mediante la rehabilitación del hueco. Mientras que el trasdosado de las fachadas principales produce un ahorro bajo comparado con la rehabilitación del hueco y el aislamiento de las cubiertas.

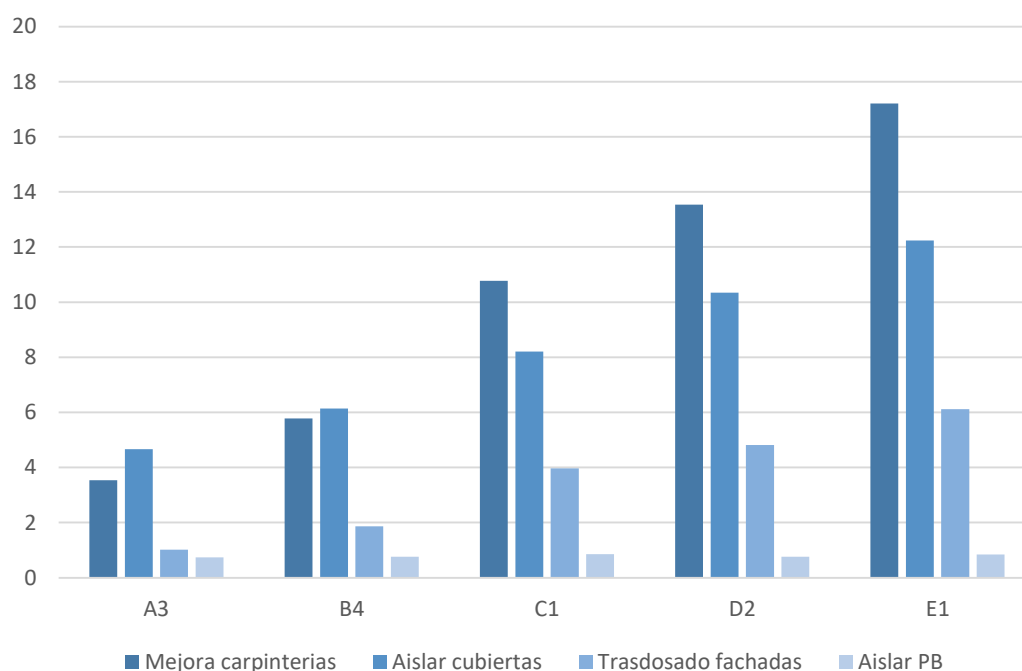


Gráfico 17: Ahorro en las demandas energéticas ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{año}$) de cada propuesta de rehabilitación en cada zona climática respecto al estado actual. Autora. Fuente: HULC

El mayor ahorro ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{año}$) en las demandas conjuntas se consigue rehabilitando los huecos, y el menor, trasdosando interiormente las fachadas. Como el objetivo es reducir la demanda todo lo posible, sin modificar el interior y el exterior de este tipo de edificios; y dado que en las zonas climáticas de invierno severas, aun llevando a cabo las tres propuestas no se alcanza el límite exigido, la propuesta de trasdosar interiormente las fachadas principales se podría descartar, dado que el ahorro es bajo y se perdería valor arquitectónico del interior de los edificios. Las demandas de calefacción tienen unos límites muy restringidos (son valores para obra nueva), que en este tipo de edificios es muy difícil conseguir mediante propuesta de rehabilitación que conserven el estado exterior e interior.

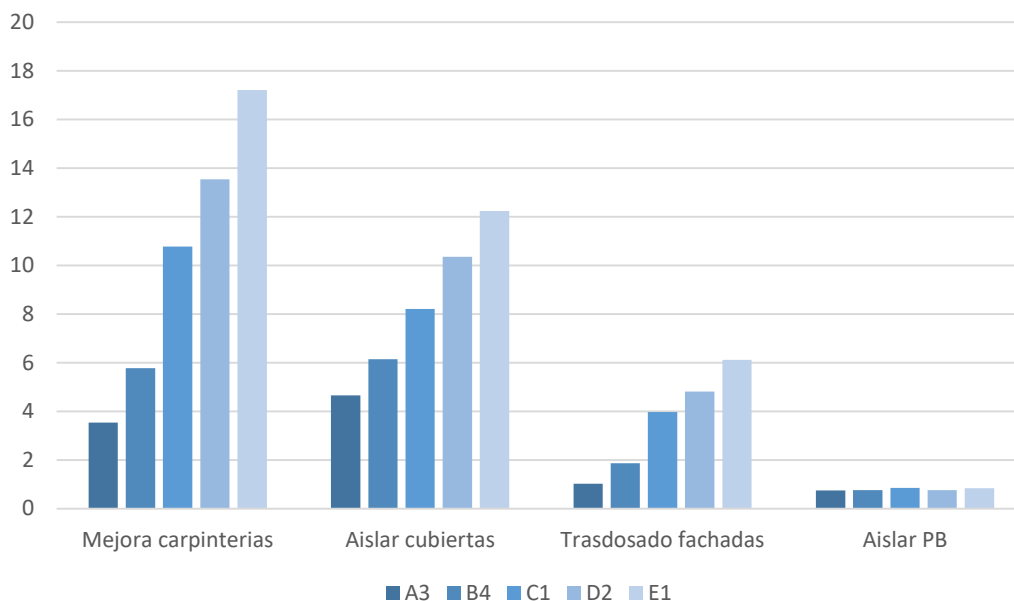


Gráfico 18: Ahorro en las demandas energéticas (kWh/m²año) de cada propuesta de rehabilitación en cada zona climática respecto al estado actual. Autora. Fuente: HULC

Así como el mayor ahorro energético en la demanda de calefacción (kWh/m²año) se consigue interviniendo en los huecos, el ahorro en la demanda de refrigeración se consigue mediante el aislamiento de las cubiertas. Las ganancias térmicas por incidencia solar en periodo de refrigeración disminuyen gracias a la protección de las contraventanas, por lo que aislando las cubiertas (elemento que supone ganancias térmicas en periodo de refrigeración), se conseguirá esa reducción en la demanda energética de refrigeración.

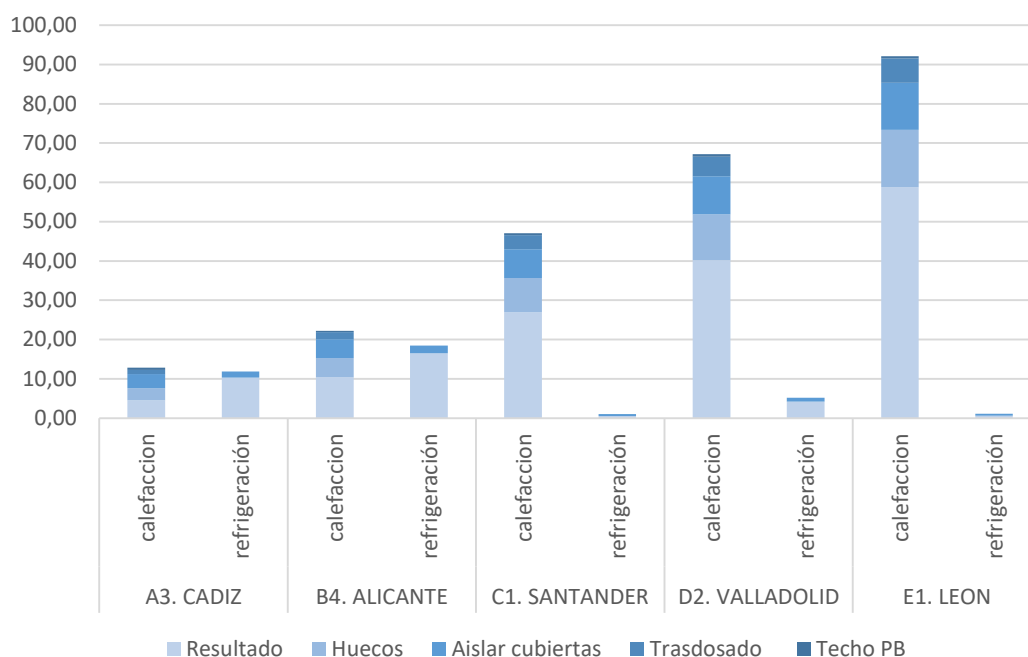


Gráfico 19: Ahorro en las demandas energéticas (kWh/m²año) de cada propuesta de rehabilitación en cada zona climática respecto al estado actual. Autora. Fuente: HULC

Respecto a la relación entre la inversión necesaria para cada propuesta de mejora energética y el ahorro en la demanda que conlleva cada una se llega a una conclusión muy clara. La inversión necesaria en el trasdosado de las fachadas, para el ahorro que se consigue, resulta inviable por su alto coste, pero el ahorro en la demanda al no ser elevado, no se podría amortizar la inversión. Sin embargo, el ahorro en la demanda conseguido por el aislamiento de las cubiertas y la mejora de las carpinterías, aun siendo ésta última una elevada inversión, sí resulta factible dado que se amortizaría la inversión con el ahorro conseguido. Todo esto, dependerá al final de los sistemas internos de calefacción y refrigeración, pero la relación que establecemos entre la inversión y el ahorro en la demanda es un resultado objetivo.

7. CONCLUSIONES FINALES

Las conclusiones al finalizar este trabajo, nacen de los estudios y análisis realizados.

1. El parque edificado con edificios de finales de siglo XIX y principios del XX no es muy elevado en las ciudades, en comparación con el global, pero en su mayoría se encuentran catalogados, por lo que al no poder sustituirlos por unos eficientes, hay que mejorar la eficiencia energética de dichos edificios.
2. Por su alto valor arquitectónico tanto exterior como interior, las propuestas de mejora energética tienen que conllevar el menor impacto posible.
3. En las zonas climáticas severas de invierno (C, D y E), las propuestas van enfocadas a la reducción de la demanda energética de calefacción. Mientras que en las zonas climáticas 3 y 4, las propuestas buscan la reducción además en las demandas de refrigeración.
4. La demanda de refrigeración en las zonas climáticas severas de verano (3 y 4), se mantienen por debajo de los límites gracias a la protección solar de las contraventanas exteriores de lamas fijas existentes. Este sistema aparece en este tipo de edificios, y si diera el caso que no, es un sistema que consigue la sombra necesaria para disminuir la refrigeración.
5. El mayor ahorro en la demanda energética en las zonas climáticas C, D y E, se consigue mediante la mejora de la eficiencia de las carpinterías actuales. Mientras en las zonas A y B, mediante el aislamiento de las cubiertas, ya que supone una reducción considerable de la demanda energética de refrigeración.
6. No se puede alcanzar en las zonas severas de invierno los límites establecidos porque además de ser los máximos de demandas

energéticas en los edificios de obra nueva, porque este tipo de edificio carece por completo de aislamiento.

7. La propuesta del trasdosado de las fachadas principales, se descarta por su alta inversión económica, en relación al ahorro en la demanda que se consigue, y porque no conservaríamos el estado actual del interior de los edificios. Por lo que, para el ahorro en la demanda que se alcanza no es viable por motivos artísticos y económicos.

Para terminar, y englobando lo dicho anteriormente, se llega a la conclusión de que este tipo de edificios con un sistema de envolvente concreto y con un alto valor arquitectónico (exterior e interior), es imposible que alcance los límites exigidos en el CTE para la demanda de calefacción en las zonas climáticas severas de invierno (C, D y E). Esto se debe a que las propuestas no intervienen ni modifican el exterior, por lo que una envolvente aislante es imposible llevarla a cabo, y trasdosando el interior como hemos visto no supone un gran ahorro energético.

Por tanto, para mantener los valores arquitectónicos exteriores e interiores, y reducir la demanda energética a valores considerables respecto el estado actual, rehabilitando los huecos y aislando las cubiertas se conseguiría, añadiendo por supuesto la independencia del bloque residencial de la planta baja comercial. .

8. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Barberot, E. (1927) *Tratado práctico de edificación*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Esselborn, K. (1940) *Tratado general de construcción: construcción de edificios. Tomo I*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Flores, C. (1961) *La arquitectura española contemporánea. Tomo I 1880-1950*. Valencia: General de ediciones de Arquitectura.
- Ger y Lobe, F. (1898) *Tratado de construcción civil*. Badajoz: la minería extremeña.
- Hütte (1938) *Manual del ingeniero. Tomo III*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Rovira i Rabassa, A. (1899) *El hierro: sus cortes y enlaces*. Barcelona: Librería de Ribó y Marín.

TESIS DOCTORALES

- Abasolo, A. (2015) *Análisis constructivo y dimensional de las fachadas de la Gran Vía madrileña en el primer tramo de calle*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Burgos, A. (2009) *Los orígenes del hormigón armado en España*. Universidad de Granada.
- Camino, M. (2001) *Construcción y ornamentación de las fachadas de ladrillo prensado, al descubierto, en la ciudad de Valladolid*. Universidad de Valladolid.
- Doménech, V. (2011) *Rehabilitación energética de edificios. Estudio de soluciones constructivas y su viabilidad económica en la rehabilitación*

energética de la cubierta de edificios existentes en Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.

- Pombo, O. (2016) *Análisis multicriterio de la eficiencia de medidas de rehabilitación de viviendas mediante el enfoque de ciclo de vida. Propuesta metodológica.* Universidad Politécnica de Madrid.

ARTÍCULOS Y OTROS DOCUMENTOS


- Cuerda, E. y Neila, J. (noviembre, 2012) Procedimiento de análisis y evaluación para la rehabilitación térmica de cerramientos de fachada en edificios residenciales. Caso de estudio en el barrio Pinar del Rey, Madrid. *11º Congreso Nacional de Medioambiente, Madrid.*
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (2016) Guía de Ventanas Eficientes y sistemas de regulación y control solar.
- Garar, R. y Uriarte, A. (2016) Soluciones superaislantes para la rehabilitación energética por el interior de los edificios. *REHABEND 2016, Burgos.*
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2008) Guía Técnica para la rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2011) Escala de calificación energética. Edificios existentes.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2016) Programa de Ayudas para la Rehabilitación Energética de Edificios existentes (Programa PAREER-CRECE).
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2018) Informe sintético de indicadores de eficiencia energética en España. Año 2016.
- Ortega, L. (2011) El catálogo de soluciones constructivas de rehabilitación energética. Presentación del proyecto europeo TABULA. Instituto Valenciano de la Edificación.
- Rosríguez, A., Iraizoz, A., Romero, E., et al (2015) La rehabilitación de la edificación protegida. *Colección Guías de Asistencia Técnica COAM. GAT 19/6.*

- Saint-Gobain (2016) *4as jornadas rehabilitación energética y sostenible de edificios*, Oviedo.
- Villar-Burke, R. y Jiménez, D. (2014) *Visol: Visor de archivos de resultados de LIDER*.

SITIOS WEB

- <http://webtool.building-typology.eu/#bm> (abril 2019)
- https://issuu.com/publicaciones_coam/docs/20150216_libro_gat19.6 (febrero 2019)
- <https://www.vip4all.com/project-proposal/> (junio 2019)
- <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html> (junio 2019)
- <http://www.rvburke.com/visorlider.html> (abril 2019)
- <https://www.idae.es/> (enero 2019)
- <https://www.onyxsolar.com/documents/onyx-solar-soluciones-asi.pdf> (junio 2019)

FICHA CATÁLOGO EDIFICIO ESTUDIADO EN ALICANTE

	CATÁLOGO DE PROTECCIONES DE ALICANTE (ALICANTE)			FICHA
	PATRIMONIO CULTURAL			
	ELEMENTO CATALOGADO			C122
	GRADO DE PROTECCIÓN	I	INTEGRAL	
EDIFICIO CALLE CASTAÑOS				




IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO (Individual)	
EMPLAZAMIENTO	TITULARIDAD
CASTAÑOS, 14	PRIVADA
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	REFERENCIA CATASTRAL
X=719792 Y=4247061	9972305YH1497D
CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
Suelo urbano	
DESCRIPCIÓN GENERAL	
ENTORNO EN EL QUE SE SITUA	
Calle Castaños 14 esquina Gerona y Quevedo. Centro tradicional.	
BREVE DESCRIPCIÓN FORMAL. CRITERIOS DE PROTECCIÓN.	
El edificio se presenta con un volumen compacto, cinco huecos por planta en la fachada principal y tres altas, desdoblándose la planta baja en dos, planta comercial al nivel de calle y entresuelo, unificándose los huecos con un arco rebajado. Igualmente, el énfasis compositivo se concentra en la puerta con arco de medio punto que abarca toda la altura del comercial y el entresuelo y en el balcón de mayores dimensiones con mirador metálico. Hay, por lo tanto, continuidad en el esquema general, aunque con tendencia a aumentar la rentabilidad económica mediante el aumento del número de plantas. Fue en el lenguaje ornamental donde el gusto de E. Sánchez Sedeño aportó un aire de lujo y modernidad que no existía, profusión de lesenas y recercados, esquinas redondeadas, ménsulas (tres en los balcones del piso principal), juntas horizontales que se marcan en todo el paño de fachada, rejas y barandas metálicas, modillones en cornisa, dibujos decorativos grabados en la piedra, etc. En definitiva, continuidad tipológica, tendencia al aumento de rentabilidad y lenguaje que tiende a la profusión y novedad epidérmicas.	
ENCUADRE HISTÓRICO Y EVOLUCIÓN	
La comparación con la casa Salvetti, situada en frente y construida trece años antes permite apreciar el cambio de esta arquitectura en el paso de los siglos XIX al XX.	
DATOS CRONOLÓGICOS RELEVANTES	
Construcción 1900	
USO ACTUAL	
Residencial y comercial	
USOS ANTIGUOS	
Residencial	
CARACTERÍSTICAS GENERALES Y SINGULARES	

FICHA CATÁLOGO EDIFICIO ESTUDIADO EN SANTANDER

Edificios catalogados
Fichas descriptivas


ISABEL LA CATÓLICA 3



FACHADA PRINCIPAL

2.117

Hoja 21



2.117

2 - Estructural
Residencial

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

Nivel de Protección: -


Uso Predominante: -

OBSERVACIONES:

OBRAS PERMITIDAS:

1. Se podrán ejecutar con carácter general obras de restauración, conservación y consolidación.
2. Las obras de acondicionamiento y restauración parcial de edificios de carácter residencial, de acuerdo con el artículo 4.1.4.6, se podrán ejecutar en el caso de que se trate de edificios de carácter residencial, de acuerdo con el artículo 4.1.4.6, siempre que se mantenga la configuración original, se respeten los elementos originales, se mantenga la composición y el uso original, y en su caso, al que presenten arcos de que fueron objeto de modificaciones de menor entidad.
3. Las obras de restauración de cubiertas, al incluir trabajos individuales que cumplan las condiciones del área de conservación ambiental a que corresponden, se podrán ejecutar en el caso de que no forme parte de la configuración inicial del edificio o deriven los valores del edificio. Podrán mantenerse los que cumplen la condición "a" o excepcionalmente, cuando los edificios sean de carácter residencial, se mantenga el trazado de los balcones de cubierta sustancialmente inalterado.
4. Las obras excepcionales no podrán introducir nuevos huecos en fachadas existentes, ni modificar los existentes salvo que se mantengan los huecos y elementos volados a su configuración original o se adecuen a los criterios de compatibilidad y diseño existentes antes de que fueran objeto de modificaciones de menor entidad. No se permitirá la introducción de elementos ajenos al edificio o la realización de actuaciones paralelas que no garanticen un resultado homogéneo del conjunto de la fachada.
5. Se permitirán obras de reforma estructural en los siguientes supuestos, considerando en todo caso las atravesadas y voladas de los forjados existentes y creará nuevos huecos de acuerdo con el artículo 4.1.4.6: a) Cuando se trate de edificios de carácter residencial, de acuerdo con el artículo 4.1.4.6, siempre que se mantenga la configuración original, se respeten los elementos originales, se mantenga la composición y el uso original, y en su caso, al que presenten arcos de que fueron objeto de modificaciones de menor entidad.
6. Cuando se implanten actuaciones, según lo establecido en el artículo 4.1.4.6, se deberá justificar mediante el pertinente expediente de documentación que justifique el destino real de las actuaciones, así como el fin para el que se destinan y/o función de seguridad a cumplir.
7. Las obras de demolición de los huecos y la posición volada de los balcones, se podrán ejecutar en el caso de que se mantenga la configuración original, se respeten los elementos originales, se mantenga la composición y el uso original, y en su caso, al que presenten arcos de que fueron objeto de modificaciones de menor entidad.
8. Las obras de demolición solo serán admisibles como reconstrucción cuando por causas sobrevenidas hubiera desaparecido total o parcialmente la edificación. En el caso de reconstrucción, se deberá respetar la configuración original, se mantenga la composición y el uso original, y en su caso, al que presenten arcos de que fueron objeto de modificaciones de menor entidad, así como un edificio de uso exclusivo residencial, se deberá respetar la configuración original, se mantenga la composición y el uso original, y en su caso, al que presenten arcos de que fueron objeto de modificaciones de menor entidad.
9. Quedan expresamente prohibidas las obras de emplazamiento, sustitución y nueva planta, en este último caso con la excepción señalada en el punto anterior.

PLANO DE EMPLAZAMIENTO



1:2000

FICHA CATÁLOGO EDIFICIO ESTUDIADO EN VALLADOLID

CATÁLOGO. ANEXO 1. FICHAS DE ELEMENTOS DEL CATÁLOGO DE ARQUITECTURA I

Firmado por: MERINO VALENTIN - DNI: 13057211L
 Motivo: PLANO DEL AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID - Anexo 7 del expediente nº 67/2019, municipal acordó en sesión extraordinaria celebrada el día 20 de mayo de 2019, aprobar provisionalmente la modificación del Plan General de Ordenación Urbana de Valladolid, según texto de Localización: Ayuntamiento de Valladolid
 Fecha y hora: 24.05.2019 a las 16:22 del Arrio. de Valladolid. Pleno

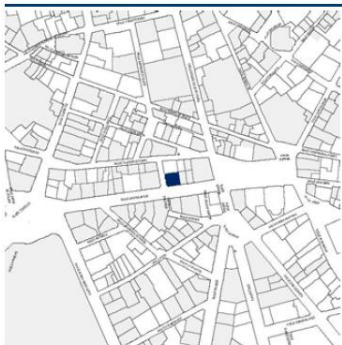
IB 046

Viviendas en Miguel Íscar, 17 (Arq. Julián Palacios)

DIRECCIÓN: Calle Miguel Íscar, nº 17

REFERENCIA CATASTRA 6324207UM5162C

P3



AFECCIONES CULTURALES

ÁMBITO CH: SI

AFECTADO POR ENTORNO BIC: -

BIEN DE INTERÉS CULTURAL: NO

Incoado/Declarado - -

Entorno: -

DESCRIPCIÓN

Edificio de viviendas proyectado en 1890 por Julián Palacios, ubicado en la esquina de las calles Miguel Íscar y Licenciado Vidriera, con una gran presencia urbana en la que destacan los balcones y la galerías en esquina, coronada por un torreón. El inmueble destaca por su singular uso de elementos compositivos, algunos de inspiración neorrenacentista o extraídos de los modelos decimonónicos de moda en Europa, tales como la galería quebrada en esquina, la ruptura de la serie de huecos en fachada con la incorporación de dos huecos en arco de medio punto sobre pilares, el basamento almohadillado... Su estado actual es deficiente, particularmente de todo el conjunto de elementos de fachada en madera, presentes en miradores, galerías y carpinterías, si bien mantiene las condiciones de uso.

PLANIMETRÍA Y FOTOGRAFÍA



FICHA CATÁLOGO EDIFICIO ESTUDIADO EN LEÓN

PLAN ESPECIAL CIUDAD ANTIGUA-LEÓN C/ Ancha 10

CATALOGO DE LA EDIFICACION

FICHA Nº 5

ARQUITECTURA CULTA 1er GRADO

ARQUITECTURA AZAROSA EN EL SIGLO XIX COMPONENTES REPRESENTATIVOS

DESTROYER REHABILITACION RECONSTRUCCION PROTECCION

DISPONER HUBOOS EN P. BARRA SEGUN LAS PREVISIONES ORGANIZAS

EDIFICADO EN 1906

Bases para la catalogación

Caracter estilístico

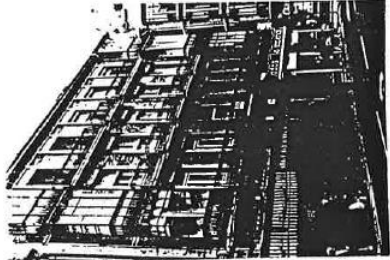
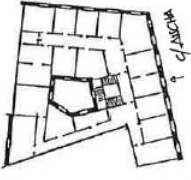
Posibilidades de actuación

Acciones recomendadas

Acciones impuestas

Elementos de conservación

Reseña histórica

NIVEL DE PROTECCION III

