



Escola de Camins

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

TESIS DE MÁSTER

Máster

Ingeniería Estructural y de la Construcción.

Título

Evaluación de costes y beneficios de una mayor cuantificación energética en el mercado residencial de nueva planta en Barcelona.

Autor

Marcos Eduardo Barboza Baamonde

Tutor

Sergio H. Pialarissi Cavalaro.
Carlos Marmolejo Duarte.

Intensificación

Ingeniería de la Construcción.

Fecha

Febrero 2016

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión de Dr. Sergio H. Píalarissi Cavalaro y al Dr. Carlos Marmolejo Duarte a quien expreso mi más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de este estudio de tesis. Además, de agradecer la paciencia, tiempo y dedicación que tuvieron para que este proyecto saliera de manera exitosa. Gracias por el apoyo brindado, por ser parte de la columna vertebral de este trabajo.

A Dios principalmente, por brindarme la oportunidad de vivir, por permitirme disfrutar cada momento de mi vida y guiarme por el camino que ha trazado.

A mis padres, por darme la vida y apoyarme en todo lo que me he propuesto. A mi madre, por ser el soporte más grande durante mi educación, ya que sin ella no hubiera logrado mis metas y sueños. Por ser mi ejemplo y enseñarme a seguir aprendiendo todos los días sin importar las circunstancias y el tiempo. A mi padre por ayudarme y siempre estar en los momentos difíciles.

A mi hermanos, ustedes son los motores que me impulsan a ser cada día mejor, para que siempre se sientan orgullosos y mis esfuerzos les permita recordar que si se puede lograr las metas con constancia y dedicación.

A mis familiares que confiaron en mí y me han respaldado en mis decisiones, gracias a ellos en especial a mis tías Alejandra, Laura y Esperanza

A mis Abuelitos, principalmente a Edilia, por brindarme su amor, su vida y por apoyarme siempre, no importando que tan lejos esté. Te fuiste a pocos meses de comenzar el master, pero siento que has estado conmigo dándome fuerzas para seguir adelante.

A mis amigos, Janill de la Cruz Romero por ser parte de mi vida, de mis momentos tristes y alegres, por apoyarme, por nunca dejarme caer, por estar siempre ahí. Y a todos los amigos que hice en este master Oriana Torres, Karen Cabrera Julio Báez y Heriberto Peña

A la empresa Mora Savisens Empresa Arquitects (Ingeniera María Fillola) y al Institut Català del Sól (INCASOL) por confiar en mí en este proyecto de investigación.

A los maestros, que compartieron conmigo sus conocimientos, por su tiempo, dedicación y por su pasión por la actividad docente. Por todo y a todos muchas Gracias

RESUMEN

La eficiencia energética sin duda es una de las grandes asignaturas pendientes, siendo la principal en el mercado de la vivienda. Por el momento, de poco parece servir las medidas de los diferentes gobiernos, para cumplir con una directiva comunitaria. De igual forma el Código Técnico de Edificación (CTE) para nuevas construcciones, en vigor desde 2007 ni la certificación energética han tenido el efecto deseado en España. La población poco sabe de estas medidas y del objetivo Europeo 20-20-20 para 2020 (reducir un 20% el consumo de energía de los edificios, minimizar un 20% sus emisiones de CO₂ y potenciar las renovables hasta aportar un 20% de la energía) se prevé difícil de cumplir.

Realizar viviendas con mejores prestaciones ambientales y sostenibles, será la construcción del siglo XXI, esto genera costes adicionales en las nuevas viviendas. Una casa de bajo consumo se traduce en un mayor valor del activo, pero sin saber si la población de Barcelona está dispuesta a pagar por dicho activo. La investigación se centra si el sobrecoste que supone tener una vivienda plurifamiliar con una mejor calificación energética, queda compensado por la sobre disposición a pagar de los compradores.

El estudio teórico fue realizado en el 2014-2015 sobre el proyecto de un edificio residencial situado en Barcelona. El presente estudio, comenzó con la obtención y cálculo de la demanda energética, luego el cálculo de la calificación energética, estos cálculos se pueden realizar a través de herramientas informáticas como son el LIDER (demanda energética) y CALENER VYP (calificación energética)

La variación del comportamiento energético del edificio se realiza a través de variables como por ejemplo: cambios en las envolventes, cerramientos semitransparentes (ventanas), cambios en la ventilación (renovaciones de aire), factor solar y los sistemas de producción de energía que son analizadas y evaluadas a través de estudios paramétricos de cada uno de los elementos, identificando su impacto sobre la certificación energética. Por último, se construirán escenarios, que son elaborados a través de las medidas pasivas y activas junto con un estudio paramétricos de cada uno de los elementos de construcción. Se obtuvo escenarios desde la A hasta una D, y se calculó un presupuesto para cada escenario propuesto con un software de presupuesto llamado TCQ 2000.

Finalmente según los estudios realizados en esta investigación, pasar de una certificación D a una A supone que decrece la rentabilidad al promotor en el orden de 3,74% por lo cual la situación más rentable en la actualidad es construir cumpliendo con las normas establecidas en Barcelona.

En conclusión el trabajo desarrolla una metodología que permite evaluar las variaciones de eficiencia energética en un proyecto y sus implicaciones económicas. Esto permitirá a promotores y arquitectos valorar cómo la adopción de medidas activas y pasivas afecta a la calificación energética de un edificio, a su consumo de energía y a los costes constructivos.

ABSTRACT

Energy efficiency is certainly one of the great unfinished developments, being the main focus of the housing market. For the moment, little seems to serve the measures of the different governments to comply with a European directive. Likewise, the Technical Building Code (CTE) for new construction, established since 2007 nor the energy certification in Spain has accomplished the desired effect. The population knows little about these implementations and the European 20-20-20 goal by 2020 (a 20% reduction of energy consumption in buildings, 20% minimize their CO₂ emissions and increasing).

To perform houses with better environmental and sustainable benefits, will be the construction of the twenty first century, this generates additional costs in new homes. A low energy consumption house results in a higher value of the asset, but not knowing if the population of Barcelona is willing to pay for the asset. The investigation focuses whether the additional cost of having a multi-family house with better energy rating, is compensated by the willingness to pay of buyers.

The theoretical study was conducted in 2014-2015 on a project of a residential building in Barcelona. This study began with the collection and calculation of energy demand, then calculating the energy rating. These calculations can be performed through tools such as the LIDER (energy demand) and CALENER VYP (energy rating).

The variation of the building's energy performance is carried out through variables such as: enveloping changes, semitransparent fences (windows), ventilation changes (air renewals), solar factor and energy production systems are analyzed and evaluated through parametric studies of each element, identifying its impact in the energy certification. Finally, scenarios are developed by the passive and active measures together with a parametric study of each building element. Scenarios were obtained from the A to a D, and a budget was calculated for each proposed scenario with the software called TCQ 2000.

Finally, according to research's conducted in this investigation, moving from a D to an A certification means that the developer's profitability decreases in the order of 3.74%. For this reason, the most profitable situation today is to build in compliance with the standards set in Barcelona.

In conclusion, the project develops a methodology to assess changes in energy efficiency projects and its economic implications. This will allow developers and architects to assess how the adoption of active and passive measures affects the energy rating of a building, its energy consumption and building costs

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. RAZÓN DE SER	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivos generales	3
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. METODOLOGÍA Y ORGANIZACIÓN DE LA TESIS.....	5
2. ESTADO DEL ARTE	7
2.1. INTRODUCCIÓN	7
2.2. ANTECEDENTES.	8
2.3. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	11
2.3.1. Procedimiento de la certificación energética.....	13
2.3.2. La difusión, confianza y comprensión de las certificaciones energética de EPDB.	14
2.3.3. Las certificaciones energéticas y los precios inmobiliarios	16
2.3.4. Entrada en la Unión Europea de las certificaciones energéticas	19
2.3.5. Antecedentes Legislativos Españoles.....	23
2.3.6. Certificación Energética en Cataluña	26
2.4. INVESTIGACIÓN DE CHECA Y ORTIZ 2015.....	26
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	29
3.1. INTRODUCCIÓN	29
3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	30
3.3. DESARROLLO DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.	36
3.3.1. Evaluación de la demanda energética.....	36
3.3.2. Descripción de los materiales utilizados.	38
3.3.3. Descripción de los cerramientos verticales y horizontales opacos.....	39
3.3.4. Descripción de los materiales utilizados en los cerramiento semitransparentes.....	43
3.3.5. PUENTES TÉRMICOS DEL EDIFICIO.	45
3.3.6. MODELIZACIÓN DEL EDIFICIO EN 3D.....	47
3.4. CONCLUSIONES DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.	48

4. PROCESO DE CALCULO Y OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	49
4.1. INTRODUCCIÓN	49
4.2. PASOS A SEGUIR PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	50
4.3. DESARROLLO PARA OBTENER LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA	51
4.3.1. Descripción y datos del proyecto.	51
4.3.2. DEFINICION DEL SISTEMA UTILIZADO EN EL PROYECTO.	51
4.4. CÁLCULO DE RESULTADOS Y OBTENCIÓN DE INFORME	56
4.5. CONCLUSIONES DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.	58
5. MEDIDAS QUE MODIFICAN LA EFICIENCIA ENERGETICA	59
5.1. INTRODUCCIÓN	59
5.2. DEMANDA ENERGÉTICA Y CONSUMO ENERGÉTICO	60
5.3. MEDIDAS QUE AFECTAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	61
5.3.1. La Ubicación del Proyecto.	61
5.3.2. Orientación.	63
5.3.3. Diseño sencillo y compacto del edificio.	65
5.3.4. Materiales.....	66
5.3.5. Ventilación cruzada.	66
5.3.6. Permeabilidad.	68
5.4. MEDIDAS QUE MODIFICAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PROYECTO DE ESTUDIO.	69
5.4.1. Medidas Pasivas.	69
5.4.2. Medidas Activas.....	74
5.5. CONCLUSIONES DE LAS MEDIDAS QUE MODIFICAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	78
6. ESTUDIOS PARAMETRICOS Y ESCENARIOS QUE MODIFICAN LA EFICIENCIA ENERGETICA.....	79
6.1. INTRODUCCIÓN	79
6.2. ESTUDIOS PARAMÉTRICO (E.P) QUE MODIFICAN LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.	80
6.2.1. E.P para las Renovaciones de Aire.....	80
6.2.2. E.P Envolventes.	81
6.2.3. E.P Ventanas y Marco.....	82
6.2.4. E.P Equipos.	83
6.3. CONCLUSIONES SOBRE EL ESTUDIO PARAMÉTRICO	84
7. CORRELACIÓN ENTRE EL SOBRE COSTE P.E.M Y LA DISPOSICION A PAGAR.....	87
7.1. INTRODUCCIÓN	87
7.2. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	88
7.2.1. Bancos de precios BEDEC.	88
7.2.2. Superficie.....	90

7.3.	COSTRUCCION DE ESCENARIOS.....	91
7.4.	CALCULO DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA CADA ESCENARIO.	93
7.5.	ANÁLISIS DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA EN LOS ESCENARIOS	95
7.5.1.	Valoración económica con respecto al Proyecto original.	95
7.5.2.	Valoración económica con respecto a la certificación D.....	95
7.6.	CORRELACIÓN ENTRE LA DISPOSICIÓN A PAGAR Y LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	97
7.6.1.	Incremento de coste (€/ m ²).	98
7.6.2.	Rentabilidad (%)	99
7.7.	CONCLUSIONES CORRELACION ENTRE EL COSTE P.E.M Y LA DISPOSICIÓN A PAGAR.	100
8.	CONCLUSIONES.....	103
8.1.	INTRODUCCIÓN	103
8.2.	CONCLUSIONES GENERALES.....	104
8.3.	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.	105
8.4.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	106
	BIBLIOGRAFÍA	109
	ANEXO 1 – CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA	111
	ANEXO 2 – CÁLCULO DE CERTIFICACION ENERGÉTICA.....	135
	ANEXO 3 – PRESUPUESTO P.E.M.....	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Organización de la Tesis	5
Figura 2.1 Compromisos de Reducción de los Países Miembros Tratado de Kioto. Fuente: http://www.daphnia.es/revista/27/articulo/199/El-Protocolo-de-Kioto 10/10/2015.....	9
Figura 2.2 Objetivos individuales de los países de la UE, fuente: http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/03/actualidad/1401798742_648544.html 11/10/2015.....	10
Figura 2.3 Diferencias entre las letras de la certificación energética, fuente: http://certificadosenergeticosleon.com/2013/06/12/interpretacion-de-la-letra-en-la-etiqueta-de-eficiencia-energetica/ 14/12/2015.....	12
Figura 2.4 Etiqueta del Certificado Energético En España, fuente: http://www.enginyeria.es/es/2013/06/01/entrada-en-vigor-la-certificacio-energetica/ 17/12/2015	14
Figura 2.5 Marco Normativo Español.....	24
Figura 2.6 Vivienda de estudio usada en la encuesta (Jorge Ortiz).....	27
Figura 2.7 Disposición a pagar según la Zona (Checa Cristina)	28
Figura 3.1 Proyecto de la Edificación en 3D	30
Figura 3.2 Ubicación Geográfica y Bloque 11y12 visto desde planta	31
Figura 3.3 Fachada del proyecto	31
Figura 3.4 Garaje Nivel Subterráneo.	32
Figura 3.5 PB Local y Vivienda.	32
Figura 3.6 Planta tipo	33
Figura 3.7 Vivienda Tipo	33
Figura 3.8 Vista de planta de la cubierta y sección transversal del edificio se puede observar le techo a dos aguas.....	34
Figura 3.9 Detalles divisiones Interiores y exteriores del Proyecto	35
Figura 3.10 Datos de partida. Imagen sacada de LIDER	38
Figura 3.11 Materiales utilizados en los forjados y muros.....	40
Figura 3.12 Cerramientos Opacos (Forjados PB) .Imagen sacada de LIDER.....	42
Figura 3.13 Cerramientos Semitransparente Imagen obtenido del LIDER	44

Figura 3.14 Definición de puentes térmicos. Imagen sacada de LIDER	46
Figura 3.15 Imagen del Edificio en diferentes orientaciones Modelo 3D	47
Figura 3.16 Resultados de la Demanda Energética	48
Figura 4.1 Valores Recopilados e introducidos en la Base de datos “Programa CALENER VyP”	51
Figura 4.2 Demanda de ACS “Programa CALENER VyP”	52
Figura 4.3 Unidades Terminales “Programa CALENER VyP”	53
Figura 4.4 Definición de Equipos-Calderas “Programa CALENER VyP”	54
Figura 4.5. Equipos-Acumuladores “Programa CALENER VyP”	55
Figura 4.6 Desarrollo del Sistema “Programa CALENER VyP”	56
Figura 4.7 Etiquetado del Certificado Energético “Programa CALENER VyP”	57
Figura 4.8 Demandas, Consumos y Emisiones del Certificado Energético del Proyecto.	57
Figura 5.1 Mapa Zonas Climáticas de España	63
Figura 5.2 Fachada Sur-Este Obtenida del Programa LIDER 3D	64
Figura 5.3 Orientaciones de las Fachadas obtenida de las normas DB-HE	65
Figura 5.4 Calculo del Factor de forma.	65
Figura 5.5 Ventilación Cruzada (vista de planta del Proyecto).....	67
Figura 5.6 Factor Solar “g”	73
Figura 5.7 Sistema de Caldera con radiadores	75
Figura 6.1 Renovación de aire vs Calificación energética.	80
Figura 6.2 Envolventes térmicas (cm) vs Calificación energética kgCO ₂ /m ² año.....	81
Figura 6.3 Transmitancia Térmica (U W/m ² ·K) vs Calificación energética (kgCO ₂ /m ² año).....	82
Figura 6.4 Equipos vs Calificación energética kgCO ₂ /m ² año.	83
Figura 6.5 Variables vs Calificación energética kgCO ₂ /m ² año.	84
Figura 7.1 Presupuesto Proyecto Barcelona. Obtenido del TCQ 2000.....	88
Figura 7.2 Banco de Precios BEDEC 2014	89
Figura 7.3 Escenario Evaluados. Escenario E-1 (a), Escenario E-2(b), Escenario E-3(c), Escenario E-4(d). Obtenido CALENER VYP Etiquetado Energético.	94
Figura 7.4 Línea de tendencia entre la Calificación Energética vs el coste de la edificación.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Objetivos específicos	4
Tabla 2.1 Efecto de los EPC sobre los precios de venta y alquiler en 10 ciudades europeas. Elaboración Propia sobre los datos de Mudgal et al 2013	17
Tabla 2.2 Transposición de la EPBD en los Estados miembros de la U.E. Obtenidas de (García-Hooghuis y Neila, 2013).....	22
Tabla 2.3 Se evalúa 8 países de la UE y su introducción EPC. Fuente propia.....	25
Tabla 3.1 Planeamiento urbano vs medidas del proyecto.	36
Tabla 3.2 Procedente de la HE1 Limitación de la demanda energética.....	37
Tabla 3.3 Materiales de Construcción utilizada para el Proyecto.....	39
Tabla 3.4 Composición de los cerramientos exteriores verticales.....	40
Tabla 3.5 Composición de los cerramientos exteriores horizontales.	41
Tabla 3.6 Composición del cerramiento horizontal (Cubierta)	42
Tabla 3.7 Composición de los cerramientos interiores del proyecto (Muros Divisores)	43
Tabla 3.8 Composición Datos de los cerramientos semitransparente..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 3.9 Factor F RSI, min Extraído del DB.....	45
Tabla 3.10 Resumen de los puentes térmicos usado en el proyecto. Fuente propia	46
Tabla 4.1 Característica del sistema de calefacción.....	54
Tabla 5.1 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica	68
Tabla 5.2 Visualiza la relación entre las clases según la norma UNE-EN 12207.....	68
Tabla 5.3 Propuestas Pasivas sobre la envolvente.....	70
Tabla 5.4 Materiales del Marco y su transmitancia $U= W/m^2 \cdot K$	70
Tabla 5.5 Absortividad del Marco (α), Obtenida del Código Técnico, en el documento HE de Ahorro de Energía.....	71
Tabla 5.6 Composición de Acristalamiento en $U=W/m^2 \cdot K$	72
Tabla 5.7 Propuestas Pasivas sobre los cerramientos transparentes.	72
Tabla 5.8 Propuestas Pasivas Renovaciones de Aire.....	74
Tabla 5.9 Tipos de calderas en el mercado muestras sus capacidades en kW y el rendimiento.....	76

Tabla 5.10 Propuestas Activa Para los Equipos a utilizar	76
Tabla 5.11 Contribución Mínima solar por Zona. Obtenida del (DB)	77
Tabla 5.12 Propuestas Activas % de demanda Cubierta de ACS por energía térmica	78
Tabla 7.1 Superficie útil vs Superficie construida del Proyecto	90
Tabla 7.2 Construcción de los 4 Escenarios E-1 E-2 E-3 y E-4.....	92
Tabla 7.3 Resumen, demanda energética, emisión CO2, y consumo de energía final generada.	94
Tabla 7.4 Escenarios evaluados. Calificaciones energéticas, coste de la construcción, consumo de energía final y coste del consumo.....	96
Tabla 7.5 Valor en venta del producto inmobiliario, Incremento con respecto al E-4.	99
Tabla 7.6 Rentabilidad del Promotor Por una Calificación D y una Calificación A	100

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El propósito de la eficiencia energética se refiere básicamente a hacer un buen uso de la energía y junto con el desarrollo de energías renovables, tratar de frenar el cambio climático. La eficiencia energética supone la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con menos recursos, sin renunciar a la calidad de vida, disminuyendo la contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de dichos recursos. Para conseguir esta eficiencia energética, es necesario apostar por la mejora de los procesos, la cogeneración, el reciclaje y la reorientación de la producción hacia productos menos contaminantes.

Aplicando este concepto de realizar productos menos contaminantes se ha visto que a través de años se ha mejorado en general todo lo que se conoce, y sin darnos cuenta, prestan una mejora eficiencia energética, los más conocidos hasta ahora electrodomésticos (como por ejemplo neveras televisores lavadoras etc.), luego automóviles y por último el parque de edificación que será el centro en esta investigación. Estos tres aspectos mencionados anteriormente (electrodoméstico, transporte, edificación) poseen una característica común, denominada “la certificación energética”, esto no significa prescindir del confort de las personas, sino en usar y producir energía más eficientemente y aumentar el uso de energías renovables.

Uno de los puntos de estudio de esta investigación, es la creación de edificios integrados, con un comportamiento energético propio e independiente, que pueda ser diseñado y optimizado desde el inicio. El desafío es diseñar edificios de tal forma que se utilice la menor energía posible durante su construcción, utilizando materiales que se hayan fabricado con el menor gasto energético posible buscando la mayor eficacia durante el proceso constructivo.

La eficiencia energética en los edificios es sin duda un marco importante en la construcción contemporánea. Para mejorar la eficiencia energética de un edificio y reducir sus emisiones de CO₂ es necesario conocer los factores que influyen en su demanda energética. Estos dependen del tipo de edificio, su diseño, el clima, la orientación, las propiedades y prestaciones térmicas de los elementos constructivos. El consumo de energía en un edificio de viviendas está condicionado, además de los elementos anteriores, por los sistemas de climatización y su consumo asociado. Ambos elementos se han convertido con la consolidación de la demanda de confort térmico, en otro de los factores fundamentales de la eficiencia energética de un edificio (Pérez-Lombard, Ortiz, 2008)

La aplicación de medidas en el ahorro energético para la edificación, supone una inversión relacionada con el ahorro energético que se obtiene. Para que las medidas sean económicamente rentables, el ahorro de costes en energía debe ser mayor que la inversión realizada en relación a un plazo determinado. Otros investigadores han señalado la relación causa-efecto entre las mejoras medioambientales y la inversión económica, teniendo presente que el éxito de un edificio sostenible implica tener en cuenta desde el principio esta relación dentro de la gestión empresarial. (Ruá y López-Mesa, 2012)

Este trabajo de investigación, presenta un estudio paramétrico en el que, mediante la calificación energética, se relacionan la eficiencia energética de un edificio, sus costes de construcción y sus consumos energéticos. La variación del comportamiento energético del edificio se realiza a través de cambios en la envolvente y los sistemas de producción de energía. El trabajo desarrolla una metodología que permite evaluar las variaciones de eficiencia energética en un proyecto y sus implicaciones económicas. Ello permitirá a promotores y arquitectos valorar cómo la adopción de medidas activas y pasivas afecta a la calificación energética de un edificio, a su consumo de energía y a los costes constructivos.

1.2. RAZÓN DE SER

La mayor parte de nuestras vidas transcurre en los edificios, ya sea en los hogares, en el trabajo y es ahí donde existe mayor consumo de energía para mantener la calidad de vida, a comparación de cualquier otro tipo de actividad. Esta energía es empleada para la calefacción, climatización, iluminación, en el uso de artefactos, equipos e instrumentos para el hogar y oficina y para las operaciones de mantenimiento del edificio.

Los sectores residencial y terciario, constituidos esencialmente por viviendas y edificios, utilizan aproximadamente el 40% de la energía final de la Unión Europea siendo en el año 2005 de 437 Mtep y son causantes de producir elevadas cantidades de CO₂, uno de los llamados "gases invernadero". En España nuestras viviendas y edificios están en línea con estos altos porcentajes europeos por ende se hace necesario reducir el consumo de energía.

Para hacer frente a este enorme y creciente consumo de electricidad y combustibles se está modificando la Directiva Europea que trata de mejorar la eficiencia energética de los edificios (Directiva 2002/91/EC), donde se establece la obligación de poner a disposición de los compradores y usuarios un certificado de eficiencia energética con el fin de fomentar las inversiones en ahorro de energía y potenciar la demanda de calidad energética entre los

compradores de viviendas. Este estudio parte de la hipótesis de que cuánto mayor tiempo lleven implementadas las certificaciones energéticas, más asumidas estarán por parte de la ciudadanía, comentado anteriormente, lo que hará que tenga una mayor repercusión en los valores inmobiliarios a medida que la población sea más consciente de este tipo de certificaciones.

Desde el punto de vista del promotor estas exigencias son perjudiciales económicamente debido a que obligan a construir edificios con mayores cualidades para alcanzar un mínimo en la certificación energética. En España este mínimo en la escala energética será de una letra C, y las normas que lo rigen para el sector de la edificación será Código Técnico de Edificación (CTE). Con esta investigación se comprobará si obteniendo mejores escalas energéticas, el promotor conseguirá rentabilidad o beneficio a su inversión.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivos generales

El objetivo es saber si el sobrecoste que supone tener una vivienda plurifamiliar con una mejor calificación energética queda compensado por la sobre disposición a pagar de los compradores en Barcelona por obtener esa vivienda. Esta investigación se hace desde el punto de vista del promotor buscando contestar las siguientes preguntas:

- 1- ¿Cuál será la estrategia más eficiente para alcanzar un determinado certificado energético?
- 2- ¿Que conviene más al promotor al momento de definir una edificación cuál certificación es la más conveniente? ¿Cuál daría mayores beneficios al promotor?

1.3.2. Objetivos específicos

Para alcanzar los objetivos generales, se proponen una serie de objetivos específicos mostrados en la Tabla 1.1.

Temas	Objetivos específicos
Apartado Contextual	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los antecedentes de la certificación energética. • Buscar y obtener documentación y artículos sobre la certificación energética. • Legislación y organismo que regulan la certificación. • Cuál es el procedimiento para calificar una vivienda energéticamente. • Certificación energética en la Unión Europea, España y en Barcelona.
Evaluar la relación que se establece entre las distintas calificaciones energéticas y el coste económico	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener un presupuesto de un edificio plurifamiliar típico en Barcelona. • Evaluar el edificio de estudio y calcular la “demanda energética”. • Calcular la certificación energética con la herramienta informática CALENER VYP • Evaluar las mejoras y medidas que afectan la eficiencia energética del edificio que se obtienen combinando soluciones activas y pasivas. <ul style="list-style-type: none"> • Realizar estudios paramétricos • Construir o realizar escenarios para poder obtener diferentes calificaciones energéticas y calcular los nuevos presupuestos que arrojará cada certificado energético.
Definir una metodología que permita a arquitectos y promotores tomar decisiones en la fase de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer un modelo que permita la consideración de todos los puntos anteriormente mencionados. • Determinar la mejor combinación coste beneficio para alcanzar una mejor calificación energética.
Comparar costes beneficio y el coste a la venta de una vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> • A partir de los resultados experimentales de (Noguera Checa Cristina, y Ortiz Jorge, 2015) se podrá comparar y conocer si los nuevos costes serán aceptado por la población de Barcelona.

Tabla 1.1. Objetivos específicos

1.4. METODOLOGÍA Y ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

Cada uno de los grandes temas a abordar en la tesis de master constituye por sí mismo una parte o bloque temático de la misma, a la que se le han asociado los capítulos necesarios correspondientes. Esta Tesis, como se muestra en la Figura 1.1 se divide en cinco partes.

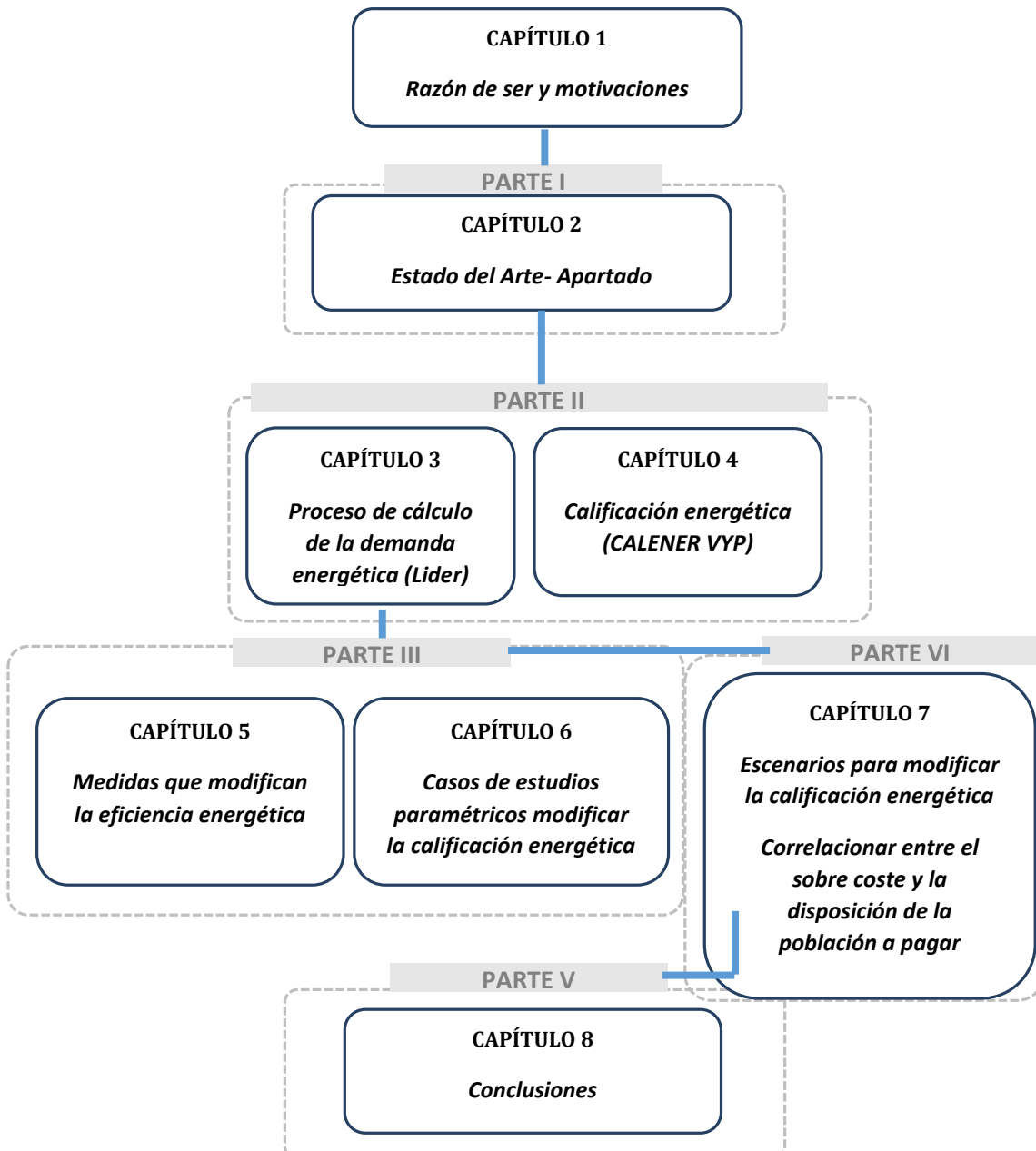


Figura 1.1 Organización de la Tesis

La PARTE I de esta tesis, corresponde al **Capítulo 2**. En donde se quiere contextualizar al lector y brindar toda la información sobre el tema de la investigación, comenzando con los antecedentes que dieron inicio a leyes contra el cambio climático, que a consecuencia dan origen al concepto de la certificación energética en la edificación, se tocaran temas de leyes y normas de referencia en su marco legal. Se realiza primeramente un estado del conocimiento de las certificaciones energética abarcando dos grandes puntos como son las certificaciones energéticas y los precios inmobiliarios y el segundo término como ha sido adoptada por la sociedad

Antes de comenzar la parte II se necesita localizar un presupuesto que cumpla con un edificio típico en Barcelona de 80 m². Esto se obtuvo luego de varios meses de búsqueda entre las empresas más importante de Barcelona, lo cual fue complicado ya que ninguna empresa estaba dispuesta a dar esta información. Sin embargo, la empresa Mora-Sanvisens Empresa Arquitects Asociad, en respaldo a la importancia del tema, decidió colaborar con la información necesaria para el desarrollo de este proyecto de investigación, a través de la Ingeniero María Elena Fillola. En esta parte II pero abarcando el **Capítulo 3**, se analiza el proyecto “propuesto” con el Software LIDER que podrá verificar si satisface con las normas DB HE-1 del Código de construcción Español. En el **Capítulo 4** una vez cumpla la norma DB HE-1, se realiza el cálculo de la calificación energética con el Software CALENER VyP la cual se calculara el resultado de la calificación energética (certificado energético)

La PARTE III como punto de partida del **Capítulo 5** se abordan las medidas activas y pasivas que influyen en la eficiencia energética del edificio: selección, definición y presupuesto. Posteriormente, en el **Capítulo 6** se realiza un estudio paramétrico para obtener el impacto de las variantes que afectan al certificado energético.

Finalmente, la PARTE IV concluye con el **Capítulo 7** en donde se realiza un estudio de escenarios para mejorar la construcción del edificio plurifamiliar, obteniendo dos cosa: La obtención de resultados de la calificación energética y la segunda la evaluación económica de los escenarios propuesto en: emisiones de CO₂ (kgCO₂/m² año), demandas de energía (kWh/m² año), consumos y ahorros de energía (kWh/ m² año), costes y ahorros en consumo de energía (€/m² año, %), etc. Luego se compara los resultados experimentales de (Noguera Checa Cristina, 2015) y (Ortiz Jorge, 2015) se conocerá si los nuevos costes serán aceptado por la población de Barcelona.

Para terminar la PARTE V en el **Capítulo 8** se exponen las conclusiones más relevantes que se derivan del trabajo. De este modo se dividirá este capítulo en conclusiones generales y específicas y se proponen futuras líneas de investigación con el fin de completar el trabajo iniciado.

2. ESTADO DEL ARTE.

2.1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es un campo en constante desarrollo tecnológico, en especial en las últimas décadas. Gracias a ello, se ha dado pie a nuevos y numerosos estudios para el desarrollo y la construcción sostenible.

El capítulo 2 fue elaborado documentándose con más de 40 paper científicos abarcando diferentes temas de estudios desde los mercados inmobiliarios, trasposiciones de la certificación energética en España y en Europa, certificado energético en otros países entre ellos Estados Unidos, y el continente asiático etc. Incluyendo también temas de costes de construcción y el aumento de precios para la edificación.

El objetivo de este capítulo es contextualizar al lector sobre el cambio climático que ha conllevado a diversas naciones del mundo a reunirse para tratar dicho tema, la última reunión fue “La cumbre del clima 2014” de ella se desprende una propuesta o medida para luchar contra las emisiones de CO₂ y el cambio climático y que es utilizado como pilar fundamental de este trabajo de investigación: “La certificación energética”

2.2. ANTECEDENTES.

El 4 de febrero de 1991, el Consejo autorizó a la comisión para que participara, en nombre de la Comunidad Europea, en las negociaciones sobre la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992. La Comunidad Europea ratificó la Convención marco mediante la Decisión 94/69/CE, de 15 de diciembre de 1993. La Convención, por su parte, entró en vigor el 21 de marzo de 1994.

La convención marco contribuyó de manera decisiva al establecimiento de los principios clave de la lucha internacional contra el cambio climático. Concretamente, definió el principio de las “responsabilidades comunes pero diferenciadas”. Asimismo, contribuyó a reforzar la concienciación pública, a escala mundial, sobre los problemas relacionados con el cambio climático. No obstante, la convención no contempla compromisos en términos de cifras detalladas por países respecto a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por consiguiente, en la convención decidieron, en la primera “Conferencia de las Partes”, que se celebró en Berlín en marzo de 1995, negociar un protocolo que contuviera medidas de reducción de las emisiones de los países industrializados en el período posterior al año 2000. Tras una larga preparación, el 11 de diciembre de 1997 se aprobó el Protocolo de Kioto.

El compromiso obliga a limitar las emisiones conjunta de los seis gases principales de efecto invernadero (CO₂, CH₄, NO₂, PFC, HFC Y H₆F) respecto al año base de 1990 para los tres primeros gases, y 1995 para los otros tres gases.

El 29 de abril de 1998, la Comunidad Europea firmó el Protocolo, y en diciembre de 2001, el Consejo Europeo de Laeken confirmó la voluntad de la Unión de que el Protocolo de Kioto entrara en vigor antes de la cumbre mundial de desarrollo sostenible de Johannesburgo (del 26 de agosto al 4 de septiembre). Así, y para alcanzar este objetivo, la presente Decisión aprueba el Protocolo en nombre de la Comunidad. Los Estados miembros se comprometieron a depositar sus instrumentos de ratificación al mismo tiempo que la Comunidad y, en la medida de lo posible, antes del 1 de junio de 2002.

El Protocolo representa un importante paso hacia adelante en la lucha contra el calentamiento del planeta, ya que contiene objetivos obligatorios y cuantificados de limitación y reducción de gases de efecto invernadero. Globalmente, los Estados Partes en el Acuerdo del anexo I de la Convención marco (esto es, los países industrializados) se comprometen conjuntamente a reducir sus emisiones de gas de efecto invernadero para lograr que las emisiones totales de los países desarrollados disminuyan, al menos, un 5 % con respecto al nivel de 1990 durante el período 2008-2012. El anexo B del Protocolo contiene los compromisos cuantificados suscritos por los Estados Partes en el acuerdo.

Los Estados que eran miembros de la UE antes de 2004 deberán reducir conjuntamente sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 8 % entre los años 2008 y 2012. Los Estados miembros que se hayan incorporado a la UE después de esa fecha se comprometen a reducir sus emisiones en un 8 %, a excepción de Polonia y Hungría (6 %), así como de Malta y Chipre,

que no se encuentran incluidos en el Anexo I de la Convención Marco. En el caso de España las emisiones para el periodo 2008-2012 deberán estar como máximo un 15% por debajo a las de 1990. En la Figura 2.1 se muestra los países que comprenden el tratado de Kioto y el compromiso de reducción de cada uno de ellos.

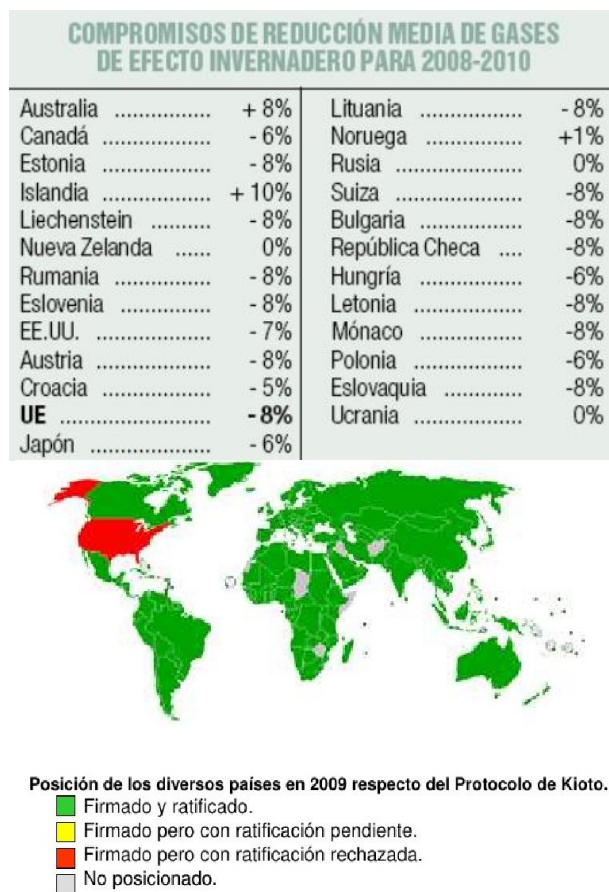


Figura 2.1 Compromisos de Reducción de los Países Miembros Tratado de Kioto. Fuente: <http://www.daphnia.es/revista/27/articulo/199/El-Protocolo-de-Kioto> 10/10/2015

El 31 de mayo de 2002, la Unión Europea ratificó el protocolo de Kioto, que entró en vigor el 16 de febrero de 2005, tras la ratificación de Rusia. Para hacer frente a este enorme y creciente consumo de electricidad y combustibles se empezó modificando la Directiva Europea que trata de mejorar la eficiencia energética de los edificios. (Directiva 2002/91/EC). Donde se establece la obligación de poner a disposición de los compradores y usuarios un certificado de eficiencia energética.

El cumplimiento de Kioto se mide por las emisiones para la media del periodo 2008-2012 con respecto al nivel de 1990. En la Figura 2.2 cinco de estos países incumplen sus objetivos individuales, según los informes de la agencia europea de medio ambiente (EEA), y uno de ellos es España, a la que se pedía no superar un 15% de aumento, pero que lo ha sobrepasado hasta el 23,7%. Pudo ser peor: hace una década, en 2004, España emitía un 53% más que en 1990. El grueso de la mejora de España en estos años no se debe a sus esfuerzos para ser más eficiente energéticamente o para aumentar el porcentaje de las renovables. Hay que atribuírselo a la crisis

económica, tal y como reconocen los dos últimos titulares de la oficina de Cambio Climático del Gobierno, Teresa Ribera (2008-2011) y Susana Magro (2012-actualidad). La recesión ha reducido la producción industrial y el transporte. (Sevillano, 2014)

► Emisiones de CO₂

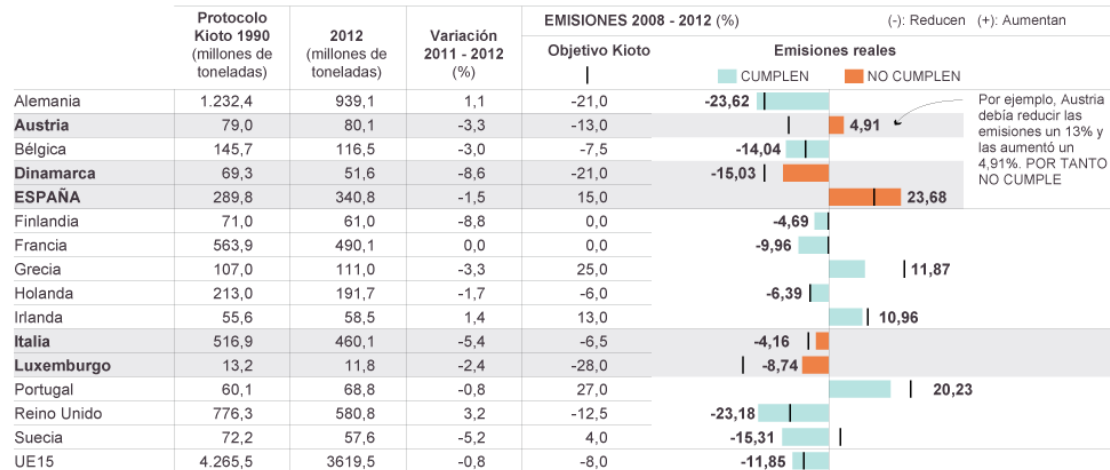


Figura 2.2 Objetivos individuales de los países de la UE, fuente:

http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/03/actualidad/1401798742_648544.html

11/10/2015

Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) se transpone a la legislación española mediante el Código Técnico de la Edificación (CTE) y su Documento Básico ahorro de energía (DB HE), en los que se establecen las exigencias de eficiencia energética que deben cumplir los edificios en España. Es importante destacar que el (Real Decreto de 47/2007) del 19 de enero que aprueba el Procedimiento Básico para la Certificación Energética de edificios de nueva construcción. Supone la trasposición parcial de la directiva europea 2002/91/CE de la Unión Europea (U.E) a la española luego de 5 años, este decreto afecta a edificios residenciales nuevos y terciarios sin ser evaluados edificios antiguos o ya construidos.

El 19 de mayo del 2010 la U.E busca alcanzar que todos los países cumplan en totalidad con el decreto (Directiva 2002/91/EC), se espera que países como España se sitúen a nivel de otros países Europeos, debido a que España no cumplía con la certificación energética para edificios antiguos o ya construidos. Por estas razón la Directiva relativa a la eficiencia energética (2010/31/UE) modifica y deroga sus decretos anteriores. Este nuevo decreto entra en vigor en España a través de Real Decreto 235/2013 del 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios, tanto de nueva construcción, como existentes. Se establece que, cuando se construyan, vendan o alquilen edificios o unidades de éstos, el certificado de eficiencia energética debe acompañar al contrato de venta o renta.

2.3. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

La certificación energética de edificios es una descripción de las características energéticas de éstos. El principal objetivo de la certificación energética es proporcionar una información objetiva acerca de las características energéticas de los edificios a los intervinientes y usuarios en el sector de la edificación. La certificación energética podrá también llevar a implementar opciones para la mejora de dichas características energéticas. De esta forma, el usuario final del edificio, antes de adquirirlo, dispondrá de información sobre el comportamiento energético previsto del edificio, y por tanto, también sobre el nivel de coste económico esperado asociado al consumo energético a lo largo de la vida útil del mismo. Esta información supone un nuevo criterio de gran utilidad para la comparación entre los edificios en los que esté interesado el usuario. La certificación energética tiene importancia sobre los bienes inmuebles ya que gracias a la misma se conoce la eficiencia energética de una edificación (Fuerst y McAllister, 2011). En el contexto de preocupación actual por razones de carácter ambiental, la sostenibilidad y el uso eficiente de la energía, la certificación energética está adquiriendo mayor importancia.

La Unión Europea, crea un mecanismo de certificación energética y consiste en la concesión de una etiqueta de eficiencia energética, que otorga a cada edificio una Clase Energética, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos. El certificado incluye también recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética, que permitirían aumentar al menos un nivel en la escala de eficiencia energética (si la calificación original de la casa es B ó C) o dos (cuando la vivienda originalmente cuenta con una calificación D, E, F ó G).

En el Real Decreto las categorías creadas (A-G) significan ahorro energético y menos emisiones de CO₂; si el edificio objeto de proyecto ha sido clasificado con una eficiencia energética tipo A representa alrededor de un 55% de ahorro con respecto a las construcciones antiguas. Las clases B y C suponen un 45% a un 35% de ahorro, respectivamente, de las que tendría un edificio que cumpliera con los mínimos que exige el CTE. Las D y E son las estrictamente reglamentarias, mientras que las F y G estarían fuera de la legalidad así como se ve representado en la Figura 2.3 donde se representan los porcentajes de consumo para cada letra, y lo que pagara por cada letra con una vivienda media de 60€

Calificación energética de edificios

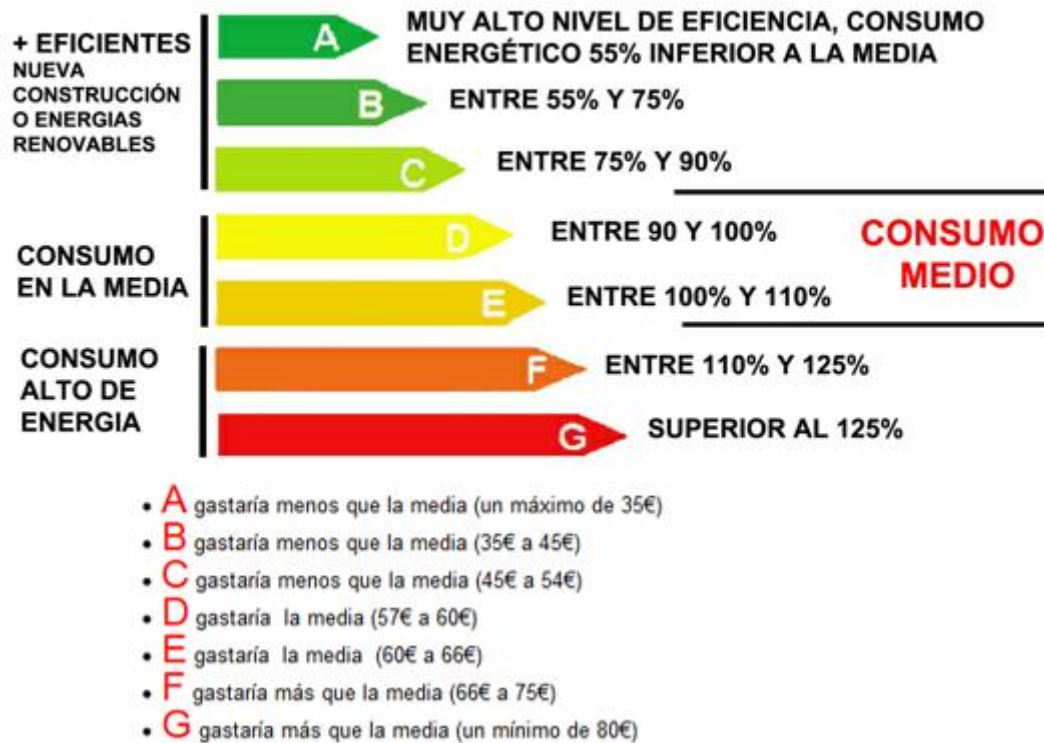


Figura 2.3 Diferencias entre las letras de la certificación energética, fuente:

<http://certificadosenergeticosleon.com/2013/06/12/interpretacion-de-la-letra-en-la-etiqueta-de-eficiencia-energetica/> 14/12/2015

En definitiva lo que se pretende es fomentar el ahorro de energía en la edificación, que supone aproximadamente un tercio del consumo energético de la Unión Europea, por lo que entre las medidas que ayudan a obtener una mejor clasificación energética, se valora el uso de energías renovables, instalaciones térmicas eficientes, cerramientos que favorecen un buen aislamiento, el uso de iluminación natural o de iluminación artificial de máxima eficiencia y mínimo consumo, y una ubicación del edificio que favorezca el uso de recursos naturales como la luz.

La norma del país será indispensable para todos los edificios que sean proyectados, construidos, vendidos para el 2007. El código técnico de edificación obligaba a un certificado mínimo entre E o D para el 2007, las cuales fue ajustado para el 2011 las cuales el CTE exige un mínimo para construcción nueva de una letra C

2.3.1. Procedimiento de la certificación energética.

En España a partir de la entrada en vigor de la nueva normativa todos los propietarios que deseen vender o alquilar su vivienda, edificio o local deberán tener disponible para el comprador y/o inquilino este “certificado energético”. Así, cada vivienda tendrá una etiqueta similar a las que ya se utilizan en los electrodomésticos y que indica lo eficiente que es en cuanto al consumo de energía.

Para llegar a obtener la certificación energética en los edificios, tanto existentes como de nueva construcción se debe realizar los pasos que a continuación se mencionan:

1. Puede contactar a una empresa buscadora de técnicos por medio la página web Certicalia.com, empresa encargada de poner en contacto a los técnicos certificadores con los clientes, el pago de los técnicos y su abono profesional es aparte al pago de la tasa que cobran las Comunidades Autónomas.
2. El técnico capacitado va al edificio casa o área de inspección, para tomar los datos necesarios e ingresarlos al software (CALENER VyP, CALENER GT, CE2, CE3, CERMA).
3. Presentación del certificado de eficiencia energética (previamente ya se ha determinado la calificación energética del edificio).
4. Pago de tasas correspondiente dependiendo al uso y si son edificios nuevos o existente.
5. Revisión y respuesta administrativa de la documentación.
6. Si la documentación es correcta: se genera la etiqueta de eficiencia energética del edificio y se pone a disposición del técnico competente para su descarga.
7. Si falta documentación o no es correcta: comunicación por correo electrónico al técnico y al propietario.
8. De acuerdo con el artículo 5, apartado 6 del Real Decreto 235/2013, este registro servirá a los ciudadanos como acceso a la información sobre certificados energéticos y pondrán obtener información en el órgano competente de la comunidad autónoma en materia de edificación energética de los edificios.
9. Al finalizar todo se obtendrán cuatro archivos, uno el documento que dará el ayuntamiento de la localidad donde esté la vivienda, segundo una carpeta con todo lo que arroja el software, tercero el documento de las recomendaciones de mejora en el inmueble evaluado, el programa tiene esta función y arroja las mejora, el técnico solo tendría bajo su competencia realizar el presupuesto y así entregarlo con el informe, queda a disposición del dueño si realizar los cambios que se le recomienda, cuarto documento es la etiqueta de certificación energética, que poseerá los datos más importante del edificio, la calificación obtenida, el registro, la fecha, el país donde se emite y el símbolo de la Unión Europea.

A modo de ejemplo la Figura 2.4 muestra una etiqueta de la certificación energética, donde se expresa con la letra “A”, para el consumo de energía kWh/m² año en este caso dio 20, luego también expresa las emisiones de CO₂ en KgCO₂/m² año con un valor de 13 .

QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE L'EDIFICI ACABAT ETIQUETA

DADES DE L'EDIFICI

Normativa vigent construcció/rehabilitació: Tipus edifici:

Adreça:

Municipi:

Referència cadastre: C.P.:

C. Autònoma:

ESCALA DE LA QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA

Qualificació	Consum d'energia kWh/m² any	Emissions kg CO ₂ /m² any
A	20	13
B		
C		
D		
E		
F		
G		

REGISTRE

Vàlid fins dd/mm/aaaa

ESPAÑA
Directiva 2010/31/UE

Figura 2.4 Etiqueta del Certificado Energético En España, fuente:

<http://www.engineyeria.es/es/2013/06/01/entrada-en-vigor-la-certificacio-energetica/>
17/12/2015

2.3.2. La difusión, confianza y comprensión de las certificaciones energética de EPDB.

Si bien es verdad que las EPC (Energy Performance Contracting) tienen por objeto dar transparencia a la eficiencia energética de las edificaciones, y por ende producir decisiones mejor informadas (Cajias y Piazzolo, 2013); (Brounen y Kok, 2010) no es menos cierto que: 1) el nivel de difusión de los EPC, 2) la comprensión de la información que proveen dichos certificados y 3) su nivel de credibilidad son una condición necesaria para alcanzar su eficacia.

La evaluación pionera de (Winward, 1998) sobre la introducción en Europa de la calificación energética en los electrodomésticos encontró que efectivamente la Declaración Ambiental del Producto (DAP) dependía de factores múltiples asociados a la percepción de los usuarios como: 1) el nivel de comprensión de la etiqueta verde, 2) la importancia relativa del coste de la energía, 3) la preocupación medioambiental, 4) el nivel de confianza del contenido de la etiqueta, entre otros.

En el caso de los inmuebles, sí bien la EPDB ha homogeneizado la necesidad de contar con EPC en la UE, el amplio margen dado a los Estados miembros en su transposición ha producido una enorme heterogeneidad en la forma de cálculo, comprensión de las etiquetas y

fiabilidad percibida por parte de los usuarios (García-Hooghuis y Neila, 2013) Incluso el diseño de las etiquetas así como la información y las escalas (continuas/ordinales) son diferentes.

Dicha heterogeneidad persiste incluso hacia el interior de los Estados miembros debido a que en numerosos de ellos, incluida España, la gestión de los EPC ha sido delegada a las regiones (CCAA); o incluso dicha gestión regional es anterior a la EPBD como en los Länder austriacos. Por ejemplo, en el Flandes belga, los usuarios creen que los EPC son una certificación de la energía que consumirá el inmueble, y no lo que realmente son: una estimación teórica del consumo, que puede alejarse de la realidad en función de los hábitos y costumbres de los usuarios. En el mismo sentido el estudio de Buildings Performance Institute Europe BPIE (2010) sostiene que los certificados austriacos no son transparentes, y a pesar de que proveen información detallada, resulta complicada a los ojos de la población general, y las recomendaciones de mejora energética son confusas.

Por lo que respecta a su difusión, la reforma del año 2010 de la EPDB introdujo la necesidad de que las viviendas contaran con un EPC incluso en su fase de comercialización, aparejando dicha obligación a un régimen sancionador. Sin embargo, en numerosos países, como España, los contratos privados donde no media notario o registro público alguno, son comunes especialmente en el mercado de alquileres (Mudgal, 2013). Por tanto, no hay garantías de que dichas transacciones sean energéticamente informadas, especialmente si no se han comercializado a través de profesionales.

De otra manera, la eficacia de las EPC también depende de su fiabilidad. En Francia ha habido una gran polémica sobre los procesos técnicos de certificación. Ante lo cual su gobierno anunció en el 2011 una serie de medidas para mejorar la confianza en los EPC, que incluían mejoras en su cálculo, software, certificado, registros públicos y centralizados, así como una mejora en la formación de los certificadores, supervisores y asesores energéticos.

En España también se ha originado una polémica sobre la forma en cómo se estiman los datos necesarios para emitir un EPC, al grado incluso, de haberse ya impugnado por vía judicial algunos de ellos. Todo esto en nada ayuda a generar confianza en los hogares. En el Reino Unido Lainé (2011^a) encontró que los certificados EPC no son comprendidos en su totalidad porque su diseño está pensado en los expertos en energía y no en los hogares. Para superar estos escollos, en algunos países como Francia, se han creado servicios especializados para asesorar a las personas sobre el uso de la energía. Así, La Agencia del Ambiente y la Gestión de la Energía (ADEME) ha organizado un grupo de 500 expertos que brindan este servicio a través de Espaces Infos Energies. En algunos Länder austriacos más del 50% de los edificios residenciales se benefician de la consultoría de energía que incluye una explicación exhaustiva del rol y funcionamiento de los EPC. En definitiva, los expertos señalan que las EPC deben proveer información en un lenguaje asequible y que permita conocer la incidencia de la eficiencia energética en la economía familiar y en el medio ambiente ya que ni el consumo de kWh ni la masa de CO₂ son comprensibles para el gran público (Laine, Op. Cit.). Exactamente el mismo problema de ilegibilidad funcional ha sido reportado por (Amecke y Neuhoff, 2011) para el caso de los certificados alemanes.

Por ende, garantía de difusión, comprensión y confianza son tres aspectos que cabe mejorar en aras de la eficacia y eficiencia de los EPC sobre el mercado inmobiliario. Sobre todo si se quiere que los edificios de consumo energético casi nulo del artículo 9 de la EPBD 2010/13/EU lleguen a ser una realidad dentro de cinco años.

2.3.3. Las certificaciones energéticas y los precios inmobiliarios

Las **Declaraciones Ambientales de Producto**, DAP, en inglés (Environmental Product Declaration, EPD) tienen como finalidad aportar información cuantitativa de los impactos ambientales que comporta un producto a lo largo de su ciclo de Vida (ACV). (Sayce, 2010) destaca varias investigaciones basadas en el DAP de manera positiva, a los edificios debido a la intervención de la eficiencia energética.

En Suiza las declaraciones ambientales, se usan en el ahorro energético de las viviendas, Autores como (Banfi, 2008) concluyen que los consumidores valoran los ahorros potenciales que provienen de las reformas energéticas, así como otros beneficios en el confort ambiental, como el térmico, la calidad del aire y el aislamiento acústico. Por ejemplo la DAP fluctúa en un 3% del precio del inmueble para una mejora en el aislamiento de la fachada, y un 8-13% del precio para un sistema de ventilación en un edificio nuevo o una mejora en la carpintería/vidrios en un edificio antiguo.

El organismo ADEME ha encontrado que los EPC (Energy Performance Contracting) son un argumento de negociación en el cierre de la transacción que en la definición de los precios. Todo ello hace dudar que el valor de uso derivado de las bondades ambientales se convierta efectivamente en un valor del cambio capaz de producir transformaciones en el funcionamiento del mercado. En este sentido el trabajo de (Dinan y Miranowski, 1989) realizado en el mercado residencial de Iowa (EEUU) demostró, por primera vez, mediante un modelo de precios hedónicos la correlación de directa entre los precios inmobiliarios y la eficiencia energética. Así, las mejoras introducidas equivalentes a una reducción de 1 dólar en el consumo energético de refrigeración, para un nivel de confort determinado, se convirtieron en un market premium de 11,63 euros en el precio de venta.

Pero, más allá la pregunta será ¿guardan relación los certificados energéticos con los precios? Para el año 2013 había 21 estudios publicados (solo 3 en Europa) acerca de la relación entre la certificación energética y los precios inmobiliarios, de esto (Mudgal, 2013) hace solo referencia a edificios de oficinas. La certificaciones en USA se denomina con el nombre LEED, estudios de esta certificación concluyen que el sobreprecio en oficinas va desde cero hasta un 25% (Eichholtz et al., 2010). Otros investigadores han encontrado en el mercado residencial de Turín (Italia) que cada escalón de la certificación energética puede traducirse en una DAP-market premium de 26,44 euros/m². (Fuerst y McAllister, 2011b). La relativa abundancia de estudios en el mercado no residencial pone de relieve la mayor difusión de los certificados (especialmente en EEUU) y la mayor transparencia/facilidad en el acceso a los datos necesarios para su estudio

De lo anteriormente expuesto se destaca la necesidad de reforzar el estudio del mercado residencial, que por otra parte, es Europa el responsable del 40% del consumo energético y el 38% de las emisiones de CO₂. En dicho mercado los datos están más protegidos porque hacen referencias a viviendas de personas físicas, y porque los precios no siempre se refieren a precios de cierre, en este sentido se ha destacado la posibilidad de que los valores de tasación no reflejen de forma inmediata cambios en la estructura del mercado ante mejoras relativamente recientes.

La Tabla 2.1 resume los resultados del principal programa empírico EPC-precios encargado por la CE (que no incluye a España). Como se puede observar, el impacto de un escalón de los EPC sobre los precios/valores en venta es variado, va desde sólo un 0,4% en

Oxford hasta un 11% en Viena. En el caso de los alquileres es más reducido, como se discutirá más adelante. Asimismo, se observa que en las ciudades el impacto es menor que en los hinterland (a excepción de Austria), lo cual sugiere que este efecto interactúa con los precios base de las viviendas, así, en los sitios donde estos precios son menores el impacto es proporcionalmente mayor y viceversa.

Casos de estudio	Impacto de los EPC en		Tipo precios en los modelos de venta	Fuente de los datos usados en los modelos de precios hedónicos
	Precios/Valores venta	Alquileres		
Viena	Entre el 10% y 11%	Entre el 5% y el 6%	Oferta	Portal inmobiliario
Baja Austria	Entre el 5% y el 6%	4,40%	Oferta	Portal inmobiliario
Bruselas (Flandes)	4,30%	3,20%	Oferta	Portal inmobiliario
Bruselas (Capital)	2,90%	2,60%	Oferta	Portal inmobiliario
Bruselas (Wallonia)	5,40%	1,50%	Oferta	Portal inmobiliario
Lille	3,20%	nd	Cierre	Notarios
Marsella	4.3%	nd	Cierre	Notarios
Ciudades de Irlanda	1,70%	1,40%	Oferta	Portal inmobiliario
Irlanda no ciudades	3,80%	1,40%	Oferta	Portal inmobiliario
UK (Oxford Sur UK)	0,40%	Potencial -4%	Oferta	Portal inmobiliario

Tabla 2.1 Efecto de los EPC sobre los precios de venta y alquiler en 10 ciudades europeas.

Elaboración Propia sobre los datos de Mudgal et al 2013

No obstante, una mayor calificación energética no implica un market premium. (Yoshida, J and Sugiura, 2010) encontraron, en su estudio para Tokio, que los peores edificios en términos energéticos tenían precios mayores. Los autores arguyen este resultado contradictorio al hecho de que en algunos casos los certificados verdes japoneses (TGLSC) son una pantalla para tapar la mala calidad de los edificios. Por ende, es necesario construir modelos econométricos más precisos y controlar la calidad de la edificación. El trabajo de (Mudgal y Lyons, 2013) realizado en Oxford, detectó una correlación inversa entre la eficiencia y los alquileres de la vivienda (Tabla 2.1), aunque sus autores reconocen las enormes deficiencias de sus modelos usados en donde las viviendas más antiguas y mejor localizadas, con precios elevados, tenían a su vez, una baja calificación energética. Tampoco se ha encontrado una relación lineal ni continua entre la calificación EPC y los precios.

Los autores (Hyland, Lyons , 2013) encuentran, en Irlanda, que el impacto de un escalón de la EPC en un apartamento de 2 habitaciones equivale a un incremento del 2,3%, mientras que en las viviendas de 3 habitaciones y 4-5 habitaciones el incremento es menor y se sitúa en 1,7% y 1,6% respectivamente. (Fuerst, 2015), a partir del estudio de 300 mil viviendas en Inglaterra, han encontrado que el mayor impacto de la EPC se da en las casas adosadas, y que en los apartamentos es mayor que en las casas aisladas. Lo que podría sugerir, que el ahorro potencial en los consumos es más importante para las viviendas más baratas ocupadas por personas de menor nivel de renta. Todo lo anterior advierte la necesidad de estudiar cuidadosamente tanto las formas funcionales de los modelos a emplear, como la posible existencia de submercados energéticos con implicaciones socioeconómicas

Otro aspecto estudiado es la variación del market Premium por (Hyland et al., 2013) encuentra que, el precio implícito de los edificios mejor calificados es mayor que en la época expansiva. Exactamente las mismas conclusiones han sido apuntadas por (Eichholtz et al., 2011) en su estudio del mercado residencial de EEUU. Conclusión de enorme importancia puesto que atribuye a los EPC una gran robustez como elemento diferenciador inmobiliario, y resulta

coherente con el hecho de que en las épocas de crisis los hogares atribuyen más importancia a los aspectos relacionados con el coste de la energía.

Desde la perspectiva de la inversión residencial (Cajias y Piazzolo, 2013) han destacado que los EPC pueden producir una menor depreciación de los inmuebles y un incremento de los alquileres. (Wiley, Benefield, y Johnson, 2010) han documentado que los edificios de oficinas LEED tienen tasas de desocupación entre un 10 a 18% menores en relación a los edificios no certificados y alquileres superiores en un 7 a 17% que aquellos. Conclusiones parecidas a las de (Reichardt y Franz Fuerst, 2012) para el mismo tipo de inmuebles. Todas esas razones producen que las carteras de inversión alemanas basadas en edificios energéticamente eficientes ofrezcan un retorno mayor en un 2,64% y un incremento de 0,76 euros/m² en los alquileres mensuales. Cajias y Piazzolo (Op. Cit.). (Fuerst y McAllister, 2011) han encontrado, para el mercado de oficinas inglés, una relación de inversa proporcionalidad entre el yield y la eficiencia energética, lo cual es significativo de que los inversores perciben un menor riesgo en los edificios BREEAM cualificados energéticamente, debido a las menores tasas de desocupación y depreciación.

Sin embargo, en algunos países la vivienda en manos de fondos de inversión es marginal como en España, por ende es necesario estudiar la inversión en la reforma energética desde la perspectiva de sus propios usuarios. En ese sentido, (Horowitz, 1990) estudio en la ciudad de Tacoma (EEUU) que la tasa de rentabilidad de los hogares que invirtieron en mejorar la eficiencia térmica de sus viviendas obtuvo el 8% anual. (Sweatman y Managan, 2010) encontraron que la amortización de los gastos de la mejora en eficiencia, considerando únicamente el ahorro en los consumos, es de 2 a 15 años, en función del tipo de reforma energética y la tipología de la vivienda.

En los estudios anteriormente presentados, muestran poca atención a la formación del market premium en los procesos de producción inmobiliaria. En ese sentido, (Deng y Wu, 2013), han encontrado en el mercado residencial de Singapur que el Green Mark representa un premio del 10% en la vivienda nueva en una segunda transmisión, y solamente un 4% en la vivienda vendida sobre plano, debido a que en este segundo caso los beneficios de una mayor eficiencia son abstractos y difíciles de comprender por los compradores. Este encuentro tiene enormes implicaciones porque la mayor parte de los promotores reducen el apalancamiento financiero vendiendo las viviendas de forma anticipada, con lo cual, además, consiguen créditos más baratos. Sin embargo, uno de los temas sin estudiar es el impacto de los EPC sobre la comercialización inmobiliaria en sí misma podría tener dos repercusiones: 1) una reducción en el plazo de venta en el caso de los inmuebles mejor calificados, así como 2) un menor margen de negociación. Ambos vectores supondrían alicientes para la inversión y reforma energética.

En España, las políticas de vivienda de las últimas décadas han apostado por el mercado del alquiler (o por la transmisión parcial y temporal de derechos reales), por ende es imprescindible estudiar el impacto de las EPC sobre los alquileres. En la literatura se ha encontrado una menor influencia de la calificación energética sobre los precios de alquiler en relación a los precios de venta.

Fuerst y McAllister (2011) argumentan que el ahorro de costes de consumos, en el mercado de las oficinas, representa para las empresas una pequeña partida de sus presupuestos frente a la enorme cuantía de los gastos de personal. Al mismo tiempo, la menor duración de los contratos de alquiler frente a la mayor duración de la tenencia en propiedad puede producir un efecto de infravaloración de la importancia de la calificación energética entre los inquilinos. (Hyland et al., 2013), en Irlanda, confirman un mayor efecto de las EPC sobre los precios residenciales de venta en relación a los de alquiler. Otra posible hipótesis para explicar estas

diferencias deriva del hecho de que los programas públicos para mejorar la eficiencia de la vivienda benefician fundamentalmente a la vivienda en propiedad. Asimismo, la suavización de la depreciación de los edificios cualificados beneficia fundamentalmente a la propiedad. De forma que es necesario estudiar con más detalle la forma en cómo se puede beneficiar al mercado del alquiler.

Para finalizar con lo propuesto la literatura internacional ha demostrado una relación positiva entre los precios y la eficiencia y calificación energética y entre ésta y la **rentabilidad inmobiliaria** (motivo de este trabajo de investigación). Sin embargo, resulta imposible llevar esas conclusiones a España ni a Cataluña por diversas razones como: la diferencia 1) en la percepción de los problemas ambientales (Eurobarómetro, 2014), 2) el clima, 3) el gasto energético en relación al poder adquisitivo, 4) el gasto energético en relación al valor de la vivienda, etc. Todo junto hace previsible, como ocurre con otros factores que subyacen en la formación de los valores inmobiliarios, que cada país, e incluso región y submercado tengan su propia agenda hedónica en relación a los EPC.

2.3.4. Entrada en la Unión Europea de las certificaciones energéticas

Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) es un instrumento jurídico que promueve un consumo eficiente de la energía en el sector de la edificación a nivel europeo, combinando instrumentos de carácter preceptivo (obliga a los Estados miembros a establecer requisitos de eficiencia energética para los edificios nuevos y existentes que sean objeto de reforma) e instrumentos de carácter informativo (tales como la emisión de certificados de eficiencia energética en el momento de la compra-venta o alquiler y los requisitos para las inspecciones de los sistemas de calefacción y aire acondicionado). En ella no se fijan de modo horizontal los niveles aplicables en todos los Estados miembros de la UE, sino que exige que cada uno de ellos incorpore la Directiva como legislación propia, determinando los requisitos y sistemáticas necesarios con carácter nacional. Es decir, obliga a los Estados miembros a establecer requisitos mínimos de eficiencia energética en los edificios y sus instalaciones, pero son los propios Estados miembros los que deciden cuáles son así como las metodologías de cálculo a aplicar.

Los estados miembros en los que la EPBD ha supuesto el primer enfoque a la normativa de construcción en cuanto a requisitos mínimos de eficiencias. Tal caso es el de Chipre que antes de la Directiva 2002/91/CE no existía ningún marco legislativo que se delimitara los procesos constructivos.

En referencia al artículo 3 de la EPBD 2002/91/CE, en el que se instaba a los Estados miembros a aplicar, a escala nacional o regional, una metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios teniendo en cuenta las normas o regulaciones contenidas en el derecho interno de los propios Estados miembros, la Comisión Europea encargó al Comité Europeo de Normalización (CEN) el desarrollo de normas y metodologías de evaluación del rendimiento energético de la edificación (mandato M 343-EN).

Debido al corto intervalo de tiempo entre la fecha de emisión del mandato y la fecha límite para la implementación de la EPBD, y ya que las normas CEN continuaban en fase de desarrollo (la mayor parte de ellas se publicaron en los años 2007-2008), prácticamente todos los Estados miembros optaron por desarrollar su propia metodología de cálculo a nivel nacional para evaluar la eficiencia energética de la edificación. La progresiva incorporación de las normas

CEN a la metodología propia de cada Estado miembro complica aún más la situación normativa dentro de la UE.

Las normas publicadas por el CEN establecen las especificaciones metodológicas básicas, pero la mayoría dejan abiertas opciones a escoger por los propios Estados miembros. Algunos aspectos, por su complejidad, ni siquiera se tratan en las normas CEN, como por ejemplo, la combinación de sistemas de iluminación natural y nombramiento, cogeneración o sistemas de renovables integrados en la edificación tales como colectores para solar térmica, colectores fotovoltaicos, calderas de biomasa, turbinas eólicas, absorbentes higrotérmicos, sistemas de enfriamiento pasivo, construcciones de doble piel, etc. Otro problema fundamental que presenta la normativa CEN es la dificultad de su aplicación en edificios existentes, derivada sobre todo de la obtención de los datos necesarios para realizar los cálculos correspondientes. Para solventar este problema numerosos países han optado por desarrollar manuales de asistencia para certificadores en los que se detallan valores típicos para las propiedades de los materiales en componentes constructivos dependiendo de su antigüedad, así como factores de eficiencia de diferentes sistemas constructivos.

Los Estados miembros de la UE han desarrollado dos tipos de procedimientos para la clasificación energética de edificación. El primero y más extendido se basa en el cálculo de la demanda energética (o como define la EPBD en el anexo I, la cantidad calculada de energía consumida anualmente para satisfacer las distintas necesidades ligadas a su uso normal) mientras que solo Suecia utiliza el segundo, basado en la medida del consumo como forma de clasificación (cantidad real de energía). Algunos países, como Alemania, Irlanda o Finlandia combinan ambos métodos para la clasificación energética de su edificación, dependiendo de la tipología del edificio

Unas de las investigaciones más destacada es la de (García-Hooghuis y Neila, 2013) donde se abarca todo el modelo de transposición en el marco legal español si no también queda claramente explicado las aproximaciones de la aplicación de la legislación desarrollada a raíz de la aparición de la directiva.

La aparición de la EPBD y su necesidad de transposición e implementación en función de la normativa y metodología previamente existentes en cada Estado miembro han tenido consecuencias diversas en el marco legislativo de los diferentes países. En la Tabla 2.2 se presenta la legislación en vigor en la que se han transpuesto ambas Directivas en este caso en 10 Estados miembros de la UE de los 27, así como la normativa previa sobre la que se basan estas transposiciones, cuyo estudio de contenidos es fundamental para entender el modelo de transposición que se ha adoptado. También se identifican los organismos responsables encargados de su implementación y cumplimiento

Según el modelo de transposición, los Estados miembros pueden agruparse en tres categorías:

1. Estados miembros en los que la EPBD ha supuesto el primer enfoque a la normativa de construcción en cuanto a requisitos mínimos de eficiencia. Tal es el caso de Chipre, donde previamente a la aparición de la Directiva 2002/91/CE no existía ningún tipo de marco legislativo mediante el cual se regulasen los requisitos mínimos de eficiencia energética en la construcción, y es en estos países en los que la EPBD tiene mayor potencial de impacto. La transposición de la EPBD se ha realizado en base a las

metodologías CEN desarrolladas específicamente para el cumplimiento de la Directiva, al no contar con normativa anterior que actuase como condicionante.

2. Estados miembros en los que si existía normativa anterior en cuanto a eficiencia energética en la edificación, y en los que la transposición se ha realizado mediante enmiendas y ordenes de ejecución sobre el marco legislativo existente. En el caso de estos países se conservan las especificaciones, metodologías y procedimientos existentes en la normativa previa, pero se añaden las cláusulas que hacen referencia a la certificación energética de edificios, inspecciones y expertos. Este el caso en el que se encuentran la mayoría de Estados miembros.
3. Estados miembros en los que la transposición de la EPBD ha dado lugar a un proceso de homogeneización o simplificación normativa. Tal es el caso de países como Austria, en la que previamente a la aparición de la EPBD existía una normativa específica en cuanto a códigos de construcción y requisitos mínimos para cada uno de sus 9 Lander. La implementación de la EPBD ha dado lugar a la aparición de una normativa común para todas las regiones, simplificando el marco legislativo a nivel nacional y facilitándola evaluación del impacto que supone el cumplimiento de los nuevos requisitos, al haberse puesto en común los objetivos, metodologías y metas de eficiencia energética a nivel nacional.

Estado miembro	Normativa vigente	Normativa previa	
Alemania	Ordenanza de Ahorro Energético (EnEV 2009), <i>Erneuerbaren-Energien- Wärmegesetz</i> (Ley de Energías Renovables para Calefacción)	<i>Energieeinsparungsgesetz</i> 1976, <i>Wärmeschutzverordnung</i> 1977, EnEV 2002, EnEV 2004, EnEV 2007	
Austria	Ley de certificación energética (2006), Ley de certificados de eficiencia energética BGBl. I No 137/2006	Códigos de construcción y reglamentos propios para cada uno de los 9 Länders. Energieausweis-Vorlage- Gesetz (EAV-G)	
Bélgica	Bruselas Capital	Ordenanza relativa a la eficiencia energética y temperatura interior de edificios (07 junio 2007), complementada con Ordenanza de Eficiencia energética y calidad del aire interior (14 mayo 2009). Orden de gobierno de la Región de Bruselas Capital (5 mayo 2011). Orden de ejecución 2 diciembre 2007. Orden de ejecución de 27 de mayo de 2010. Orden de ejecución 3 de junio de 2010.	-
	Flandes	Orden de ejecución de 11 mayo 2005 aprobada el 20 marzo 2009.	Orden Ministerial relativa a la equivalencia de sistemas y tecnología innovadoras (10 abril 2007), Orden de Ejecución de 1 de Junio de 1995
	Valonia	Decreto 19 abril 2007, Orden de ejecución de 26 de Junio de 2008 y refundición de 18 de Junio de 2009. Orden de ejecución de 3 de Diciembre de 2009, y modificación de 27 de Mayo de 2010. Orden de ejecución 17 de Abril 2008. Orden de ejecución de 29 de Enero de 2009. Orden de ejecución de 12 de Julio de 2007.	CWATUP (<i>Code Wallon d'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine</i>). Reglamentos Térmicos
Bulgaria	Norma de Eficiencia Energética mediante el Decreto 54/2004, enmendada en Noviembre de 2008 y Enero de 2009. Ordenanzas relativas a certificación energética e inspecciones. (Varios). Reglamento 16-1238. Ley de Productos Técnicos.	Requisitos Térmicos de Construcción desde 1964.	
Chipre	Ley Nacional para la regulación de la Eficiencia Energética de Edificios N.142 (I)/2006 y enmienda N. 30(I)/2009, Reglamento 164/2009 de Certificación Energética de Edificios, Reglamento K.Δ.Π 429/2006, Reglamento 163/2009, Orden Ministerial 414/2009 (Metodología), Orden Ministerial 446/2009 (Requisitos mínimos), Orden Ministerial 260/2009 (Expertos independientes), Orden Ministerial 413/2009 (inspecciones de aire acondicionado). Orden Ministerial 412/2009 (Certificados).	-	
Dinamarca	Reglamento de Construcción Danés (BR 10), BJ431 y BJ432 la Orden N.º 540 el cambio del etiquetado energético de los edificios 05/25/2011, Orden N.º 61 de 27 Enero 2011 sobre el etiquetado energético de los edificios. Consolidación de la Ley N.º 646 de 16/06/2011. Decreto n.º 438 de 3 de Junio 2008 (Inspecciones de calderas y aires acondicionados). Decreto 1104 del 20-07-2008	Nuevo reglamento de energía en la construcción de 1995 (BR95) y construcción de viviendas de 1998 (BR98). Ley del Parlamento Danés No. 585 de 24 junio 2005 de ahorro energético en edificios. Decreto no. 1294 de 13 diciembre 2005 de etiquetado energético en edificios. Ajustes en el Decreto no.218 de 20 de marzo 2006 y Decreto no. 339 de 19	
Eslovaquia	Ley No. 555/2005 Coll, con orden de ejecución N.º.625/2006 Coll. Decreto N.º.311/2009 (método de cálculo). Ley n.º 17/2007. Decreto N.º 548/2008. Decreto No 195/2008.	STN 73 0540. Ley n.º 455/1991	
España	Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios 26/1984 de 19 de julio refundida en el Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre. Ley 38/1999, de 5 de noviembre.	NBE-CT-79: Condiciones Térmicas en los Edificio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. RITE, aprobado por Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios	

Tabla 2.2 Transposición de la EPBD en los Estados miembros de la U.E. Obtenidas de (García-Hooghuis y Neila, 2013)

La Directiva relativa a la eficiencia energética (2012/27/UE) entró en vigor en diciembre de 2012. En esta se exige a los Estados miembros que establezcan objetivos indicativos nacionales de eficiencia energética para 2020, basados en el consumo de energía primario o final, y se disponen normas vinculantes para los usuarios finales y los proveedores de energía. Los Estados miembros tienen la facultad de aplicar requisitos mínimos más estrictos en su esfuerzo por ahorrar energía. La Directiva incluye, entre otros, los requisitos siguientes:

- La reforma anual de al menos el 3 % del parque inmobiliario propiedad de las administraciones centrales a partir de 2014, y la adquisición de edificios, servicios y productos con un elevado rendimiento en términos de eficiencia energética, ámbito en el cual el sector público debe dar ejemplo;
- El establecimiento de estrategias nacionales a largo plazo para fomentar la inversión en la renovación de inmuebles residenciales y comerciales, y la elaboración de regímenes nacionales de obligaciones en materia de eficiencia energética o medidas equivalentes que garanticen un ahorro anual de energía del 1,5 % para los usuarios finales;
- La evaluación a finales de 2015 del potencial de aplicación de la cogeneración de alta eficiencia y sistemas urbanos eficientes de calefacción y refrigeración en todos los Estados miembros;
- Auditorías energéticas periódicas de carácter obligatorio para las grandes empresas que deben efectuarse por lo menos cada cuatro años, con la excepción de las empresas que dispongan de sistemas energéticos y medioambientales certificados.
- El despliegue de redes y contadores inteligentes y la divulgación de información precisa en las facturas de la electricidad, a fin de capacitar a los consumidores y alentar un consumo energético más eficiente.

2.3.5. Antecedentes Legislativos Españoles.

Después de la crisis energética de 1973, con los problemas de instauración de la democracia que regían aquella época, y hasta 1979, no se publicó una norma que impusiera unos criterios energéticos en las viviendas

En este contexto, a finales de los años setenta nace en España la primera normativa energética de los edificios por el Real Decreto 2.429/79, de la Normativa Básica de la Edificación NBE-CT-79, sobre condiciones Térmicas en los Edificios, en donde los edificios quedan definidos térmicamente mediante el coeficiente de transmisión térmica global del edificio KG, estableciendo un KG máximo permitido según la zona climática en la que se encuentre situada dicha edificación.

La norma se basa en criterios como la preocupación por el consumo de energía en calefacción (aunque elemental), y en realizar tipos de cerramientos constructivos de forma que no existían condensaciones ni interiores, ni superficiales. En resumen era un Decreto que afectaba a la construcción de los edificios pero no a sus instalaciones térmicas. Para limitar el consumo de energía (primaria) en calefacción se limitaba el valor del coeficiente global de transmisión de calor de edificio (en realidad se trataba del coeficiente medio ponderado conocido como Kg).

En 1980, se establece el Real Decreto 1618/1980 que aprueba el Reglamento de Instalaciones de calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, con el fin de racionalizar su consumo energético. El reglamento se compone de un articulado, unas instrucciones técnicas complementarias (ITIC), aprobadas en julio de 1981 por una Orden de Presidencia del Gobierno, y unas Norma UNE que son referenciadas en el mismo reglamento

La presente Directiva sucede a la Directiva relativa a las calderas (92/42/CEE), a Directiva de los productos de construcción (89/106/CEE) y a las disposiciones del programa SAVE relativas a los edificios. Es aún importante realzar la existencia de una Directiva previa relativa a la

certificación energética de los edificios: la Directiva 93/76/CEE, posteriormente derogada por la actual Directiva 2006/32/CE.

La Directiva 93/76/CEE (SAVE) del consejo, de 13 de septiembre de 1993 relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficiencia energética (SAVE), es dirigida al sector residencial, ya que dicho sector tiene una parte importante del consumo final de energía y está en expansión. Esta directiva obligaba a los estados miembros de la Unión Europea a aplicar y establecer programas relativos a la certificación energética de los edificios

Este reglamento vendría a quedar derogado con la entrada en vigor del Reglamento de instalaciones térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), aprobadas por el Real Decreto 1751/1998. En el mismo año se crea la comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificio.

El viernes 17 de marzo de 2006, se aprobó en España, el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE). El Código Técnico de la Edificación es el conjunto de normas que deben cumplir los edificios con el objetivo de mejorar su calidad. Fija los requisitos mínimos, en cuanto a condiciones, acústicas, térmicas, estructurales, etc., tanto de los materiales como de las instalaciones, que deben tener los edificios, todo ello para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. En la Figura 2.5 aparece resumida todos los marcos normativos que han ocurrido en España desde el 2002 hasta el 2012.

ACTUAL MARCO NORMATIVO

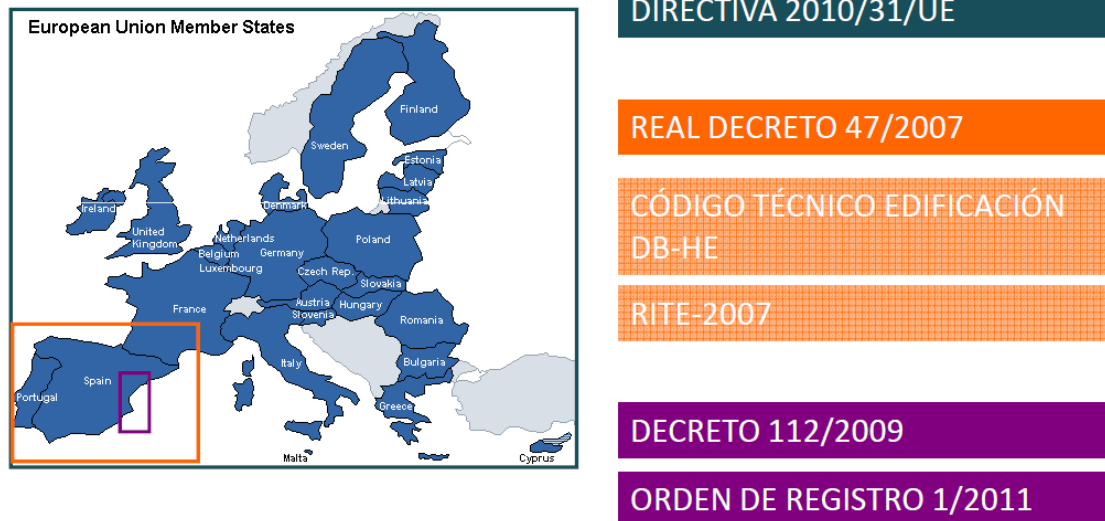


Figura 2.5 Marco Normativo Español

El CTE representa el marco normativo que regulará el sector de la construcción de todos los edificios nuevos y la rehabilitación de los existentes, tanto destinados a viviendas como a uso comercial, docente, sanitario, deportivo, industrial o sociocultural. Esta norma recoge las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones, introduciendo elementos novedosos en materiales y técnicas de construcción con el objeto de

lograr viviendas más seguras y eficientes desde un punto de vista energético y estableciendo requisitos que abarcan desde la funcionalidad hasta los relativos a seguridad y habitabilidad.

La tabla 2.3 muestra algunos países de Europa y la fecha de integración para los diferentes tipos de propiedad o residencia para EPC, como se puede observar España entra a las certificación energética en el 2007, atendiendo a las exigencias de la Directiva 2002/91/CE pero solo con viviendas nuevas en referente al certificado energético, esta se traspone parcialmente al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 235/2013 de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios, tanto de nueva construcción, como existentes. Siendo uno de los últimos países en la UE en integrarse a la directiva EPC.

País de UE aplicado EPC	Tipo de Propiedad	Fecha de entrada de la EPC
Ciprés	Edificios residenciales (nueva construcción y existente)	Enero 2010
	Todos los otros tipos de edificios (nueva construcción y existente)	Septiembre 2010
Portugal	Nuevo residencial / no residencial con superficie mayor de 1 000m ²	Julio 2007
	Todos los nuevos edificios, independientemente de Superficie	Julio 2008
	Los edificios existentes ofrecidos en venta o alquiler	Enero 2009
España	Nuevas residencias	Julio 2007
	Todos los edificios residenciales (nueva construcción y existentes)	Enero 2013
Austria	Todos los edificios, excepto edificios públicos	Mayo 2008
	Edificios Públicos	Enero 2009
Bruselas Flandes	Todos los nuevos edificios	Enero 2006
	Existentes edificios residenciales - venta	Noviembre 2008
	Existentes edificios residenciales - renta	Enero 2009
	Edificios Públicos	Enero 2009
	Existente no residencial	Esperado 2013
Francia	Los edificios residenciales y no residenciales - venta	Septiembre 2006
	Los edificios residenciales y no residenciales - renta	Julio 2007
	Edificios nuevos	Julio 2007
	Edificios públicos	Enero 2008
	Visualización del certificado en toda la publicidad de propiedad	1 Enero 2011
Irlanda	Nuevos edificios residenciales	Enero 2007
	Nuevos y no nuevos edificios residenciales	Julio 2008
	Los edificios existentes ofrecidos en venta o alquiler	Enero 2009
UK	Casas que se venden (ventas comercializados solamente)	Agosto 2007
	Casas de cuando se construyen	6 Abril 2008
	Comercial > 10 000 m ² cuando se construyó, vendida o alquilada	6 Abril 2008
	Comercial > 2 500 m ² cuando se construyó, vendida o alquilada	1 Julio 2008
	Todos los restantes hogares cuando venden (ventas no comercializado)	1 Octubre 2008
	Casas cuando se rentan	
Todos los restantes edificios comerciales cuando se construyó, vendida o alquilada		

Tabla 2.3 Se evalúa 8 países de la UE y su introducción EPC. Fuente propia

2.3.6. Certificación Energética en Cataluña

En Cataluña conviven diferentes tipos de edificios, según la normativa de construcción que se han ido aprobando y aplicando a lo largo de los años. El año de construcción es importante para saber que normativa térmica se aplicaba en su construcción y por lo tanto permite conocer el comportamiento térmico del edificio. En este sentido, los edificios que se presentan, en función de la normativa de construcción del año en que se construyeron, reciben las calificaciones energéticas (de la A a la G) que se muestran en la tabla.

Las diferentes normativas que han definido las características de la piel de los edificios en Cataluña son:

- **Antes del 1981** no existía ninguna normativa específica sobre el envolvente térmico de los edificios.
- NBE-CT-79 (1981-2006), esta normativa ya exigía unas transmitancias térmicas máximas de los diferentes cerramientos.
- **NRE-AT-87 (1989-2007 – de aplicación sólo en Cataluña)**, mejoraba algunos aspectos de la normativa (Los programas que se usan para hacer la certificación de eficiencia energética no tiene en cuenta esta normativa).
- **“Código Técnico de la Edificación. CTE 2006”** (2007-2014), que substituye toda la reglamentación anterior y que ya requiere que los edificios utilicen materiales y técnicas que contribuyan al ahorro energético e introduce la obligatoriedad de utilizar sistemas de energía solar.
- **A partir de marzo del 2014** los edificios de nueva construcción deben aplicar el nuevo código técnico de 2013, más restrictivo que el anterior. El ICAEN Instituto Catalán de Energía es la entidad de la Generalitat de Catalunya encargada de elaborar y llevar a cabo la política energética catalana, especialmente en el campo de la mejora del ahorro y eficiencia energética y el desarrollo de las energías renovables.

El ICAEN tiene como objetivo el impulso y realización de iniciativas y de programas de actuación para la investigación, el estudio y el apoyo de las actuaciones de conocimiento, desarrollo y aplicación de las tecnologías energéticas, incluidas las renovables, la mejora del ahorro y la eficiencia energética, el fomento del uso racional de la energía y, en general, la óptima gestión de los recursos energéticos en los diferentes sectores económicos de Cataluña.

2.4. INVESTIGACIÓN DE CHECA Y ORTIZ 2015.

En este apartado se dejan los aspectos más importantes de la tesis de los investigadores (Noguera Checa Cristina, 2015) y (Ortiz Jorge, 2015) ya que con la colaboración de sus investigación y comparaciones con este trabajo de investigación, podrían llegarse a conclusiones definitivas en esta tesis y responder a la pregunta, si es conveniente para el promotor construir viviendas con mejores calificaciones energética y si los costes son aceptados por la población de Barcelona

Estos investigadores toma como base el trabajo presentado en la 24ª Conferencia de la ERES celebrada en junio de 2015 en Estambul “Does urban subcentres influence housing prices?” An analysis of the Metropolitan Region of Barcelona por Marmolejo y Echavarría, donde se calcula para una vivienda de 84 m² la diferencia de calificación de A a G es de 8.167 €/anual. Si lo relacionamos con la vivienda de 80 m² supondría una diferencia de 7.778 €/anual. Como en el ejemplo que se plantea en la encuesta la calificación entre las viviendas que se plantean varía de A a D (3 escalones) supondría 3.900 €/anual, lo que tendría repercusión en la vivienda en propiedad. Considerando una vida útil de 1.200 meses, con una tasa anual del 4 % (0.33% mensual) supondría una diferencia de precio de calificación A a D de 13 €/mes, lo que tendría repercusión en la vivienda en alquiler.

A continuación se presentaran los datos más relevantes de los investigadores antes mencionados que son:

- Las características de las viviendas eran; 80 m² con recibidor, salón, cocina, dos baños y tres dormitorios como muestra la Figura 2.6 es un modelo que realizó Jorge Ortiz recreando la superficies de la vivienda que se planteó en la encuesta.



Figura 2.6 Vivienda de estudio usada en la encuesta (Jorge Ortiz)

- Se han realizado 150 encuestas en las zonas del ensanche, Gracia y Sant Andreu de Barcelona.

En lo que respecta disposición a pagar (Noguera Checa Cristina, 2015), muestra dicha disposición a pagar por una vivienda de calificación A en diferencia a otra de las mismas características pero de calificación D, tanto para vivienda en propiedad como para vivienda en alquiler, relacionándolo a la zona donde se realizó la entrevista. Dado que se daba un valor de referencia, 3.900 € para vivienda en propiedad y 13 €/mes para vivienda en alquiler, y la opción de dar un valor si no se estaba de acuerdo con el que se planteaba como referencia, se establecen varios rangos de valores posibles, los cuales se relacionan con el porcentaje de encuestados que optaban por cada uno de estos rangos de valor, todo ello relacionado con la zona donde se realizaron las encuestas

Para Barcelona y haciendo la encuesta en diferentes barrios de la ciudad concluyeron en lo siguiente En el caso de vivienda en propiedad, se puede ver que para la zona del ensanche, aproximadamente un 40% estaría dispuesto a pagar menos de 1000€ por una vivienda de calificación A, mientras que en torno al 20% pagaría entre 1000€ y 2000€ y entre 3001€ y 5000€. Para la zona de gracia, aproximadamente el 30% de los encuestados estarían dispuestos a pagar menos de 1000 € y entre 2001€ y 4000€. Esta disponibilidad a pagar disminuye a medida que aumenta el precio. Para el caso de Sant Andreu, la mayoría de los encuestados, aproximadamente el 55%, estarían dispuestos a pagar menos de 1000€ y 2000€, seguido de un 25% para valores entre 3001€ y 4000€ y de un 15% entre 1000 € y 2000€.

La Figura 2.7 muestra los datos aportados por las encuestas aplicadas a 150 personas en Barcelona, se obtuvo que el 63% de los encuestados están dispuestos a pagar por una mejor calificación energética en sus hogares, las media a pagar es de 1540,47 €, de un edificio de calificación D a un edificio de calificación A

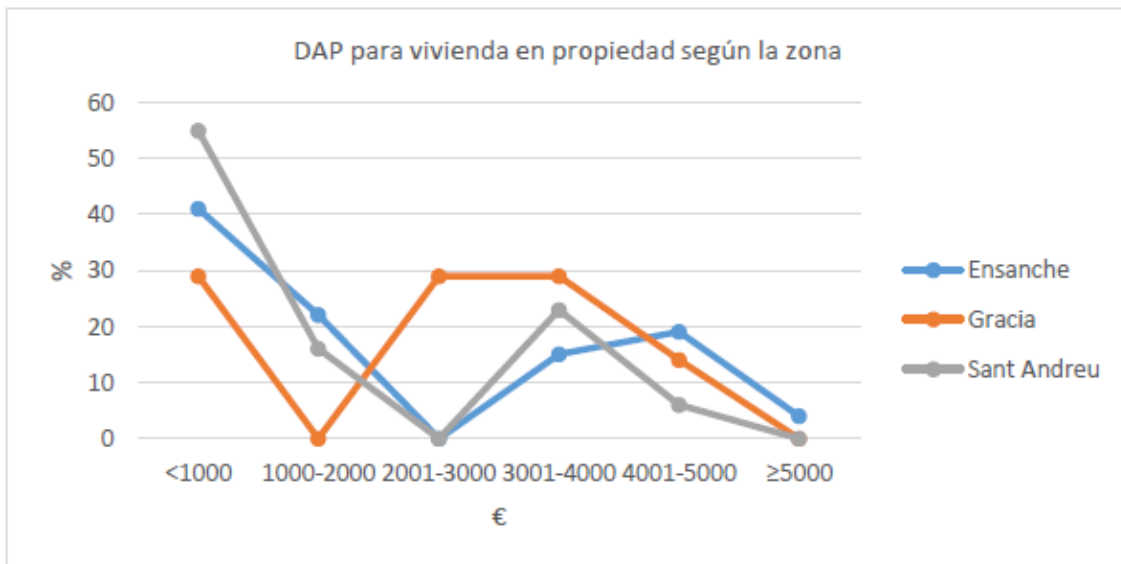


Figura 2.7 Disposición a pagar según la Zona (Checa Cristina)

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

3.1. INTRODUCCIÓN

Para iniciar este capítulo es importante conocer ¿Qué es la Demanda Energética? Y se define como la energía necesaria para mantener en el interior del edificio, unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática. Para calcular la demanda energética, se consultan los reglamentos españoles y el Documento Básico de Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (DB- HE1), por ser el que está más íntimamente ligado a los aspectos constructivos de los edificios. El resto de documentos H2-H3-H4 hacen referencia a las instalaciones y combustibles utilizados.

Para la correcta aplicación del Documento Básico HE 1 del Código Técnico de la Edificación, en un proyecto de construcción de un edificio se deben realizar las comprobaciones por uno de los procedimientos indicados en el artículo 1.2 de este documento:

- a) Opción Simplificada, basada en el control indirecto de la demanda energética mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos que componen su envolvente térmica.
- b) Opción General (la que se usará en este proyecto), basada en la evaluación de la demanda energética de una manera directa mediante la comparación de los resultados de la simulación térmica del edificio objeto y de un edificio referencia que tiene la misma geometría del edificio objeto pero con unas características constructivas que cumplen estrictamente la normativa.

La herramienta a utilizar como software para evaluar la demanda energética, se realiza a través de un programa informático oficial Español denominado LIDER (Limitación de la Demanda Energética).

Para esta investigación es importante definir aspectos a nivel geométrico, las características constructivas de los cerramientos opacos y semitransparentes, los puentes térmicos, la ubicación, los usos. Todos estos factores se describirán en los siguientes apartados de este capítulo, de manera de tener la información necesaria para calcular la demanda energética. En la Figura 3.1 se muestra una imagen 3D del edificio de estudio para apreciar visualmente sus características geométricas y de forma.



Figura 3.1 Proyecto de la Edificación en 3D

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Se trata de un proyecto de nueva construcción de un conjunto de dos edificios, está situado en calle Tenerife y Fuerteventura Bloque 11 y 12 del barrio de Arraona del municipio Sabadell comarca del Valles Occidental, como se muestra en la Figura 3.2. Este proyecto es realizado por el Instituto Catalán de Soluciones en Cataluña (INCASOL).

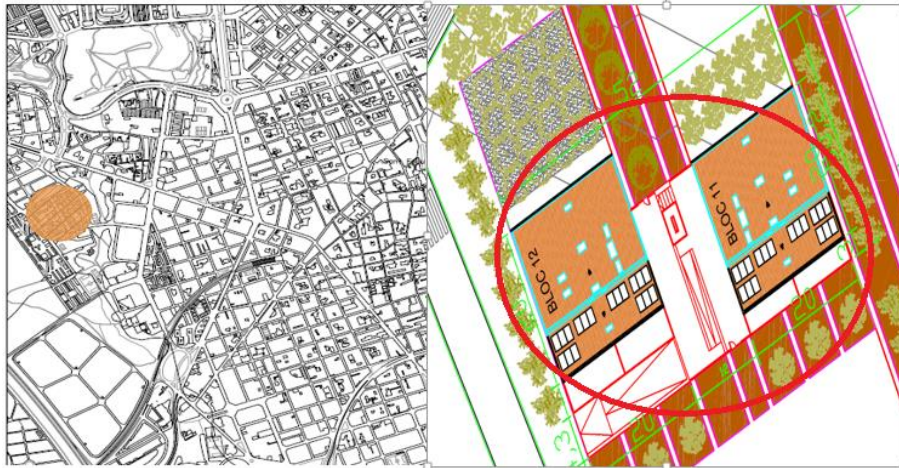


Figura 3.2 Ubicación Geográfica y Bloque 11y12 visto desde planta

Los edificios están formados por una planta sótano común, y planta baja, cinco plantas piso Figura 3.3, espacio bajo cubierta no habitable y cubierta inclinada a dos aguas cada uno. La edificación viene determinada por la volumetría específica dada por el plan de mejora urbana que regula la zona. Cada uno de los bloques es un edificio plurifamiliar para 22 viviendas, local y aparcamiento, donde todas las viviendas tienen ventilación cruzada.

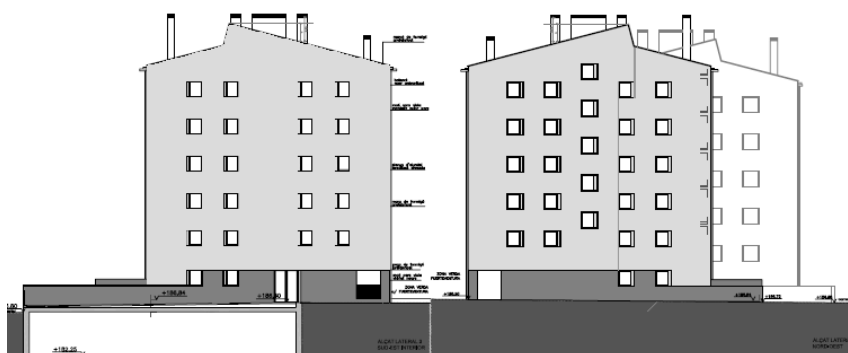


Figura 3.3 Fachada del proyecto

La planta sótano se destina a aparcamiento con un total de 47 plazas Figura 3.4. El acceso rodado al aparcamiento viene dado por el mismo PMU accediendo desde la calle de Tenerife por una rampa que sigue el límite del solar paralelo a una de las calles internas. El acceso a pie, se hace por las calles interiores de la manzana, a un espacio privado entre las dos edificaciones constituyendo la vía de evacuación del mismo.

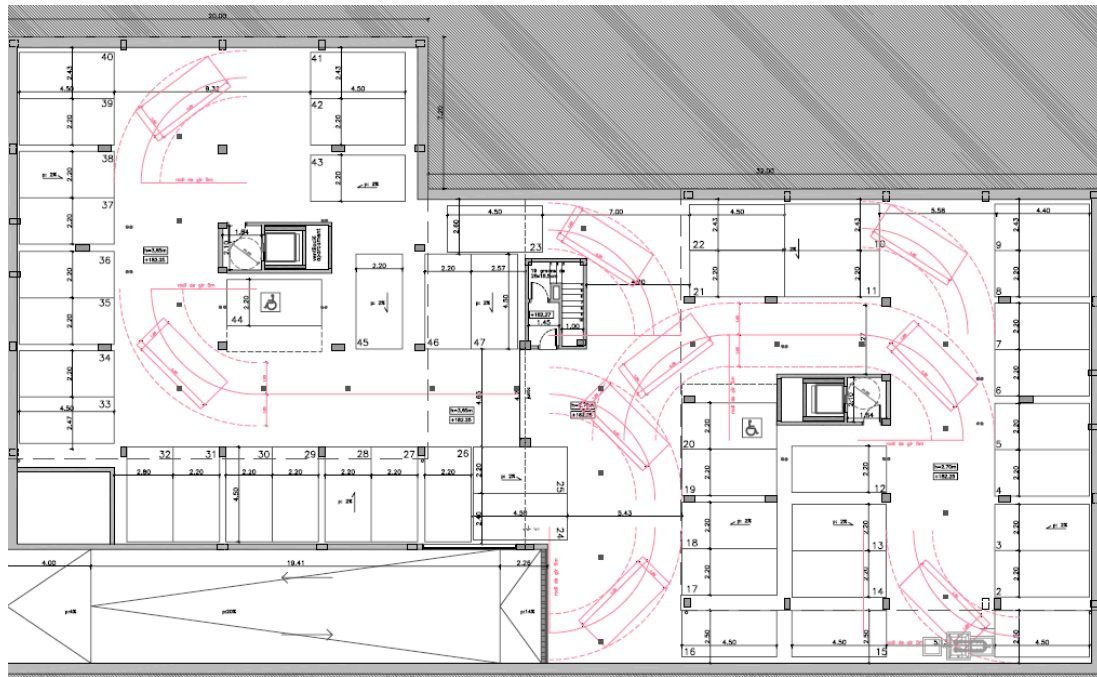


Figura 3.4 Garaje Nivel Subterráneo.

En la Planta Baja se ubican los accesos, locales comerciales y dos viviendas en cada edificio (cada local comercial tiene $110,5\text{m}^2$). Una de estas viviendas en planta baja, es adaptada, teniendo un total de 2, con lo que se cumple el 3% del proyecto. La comunicación vertical del edificio se realiza mediante un núcleo vertical formado por la escalera y un ascensor adaptado que comunica todas las plantas, incluyendo la planta sótano. Ver Figura 3.5.

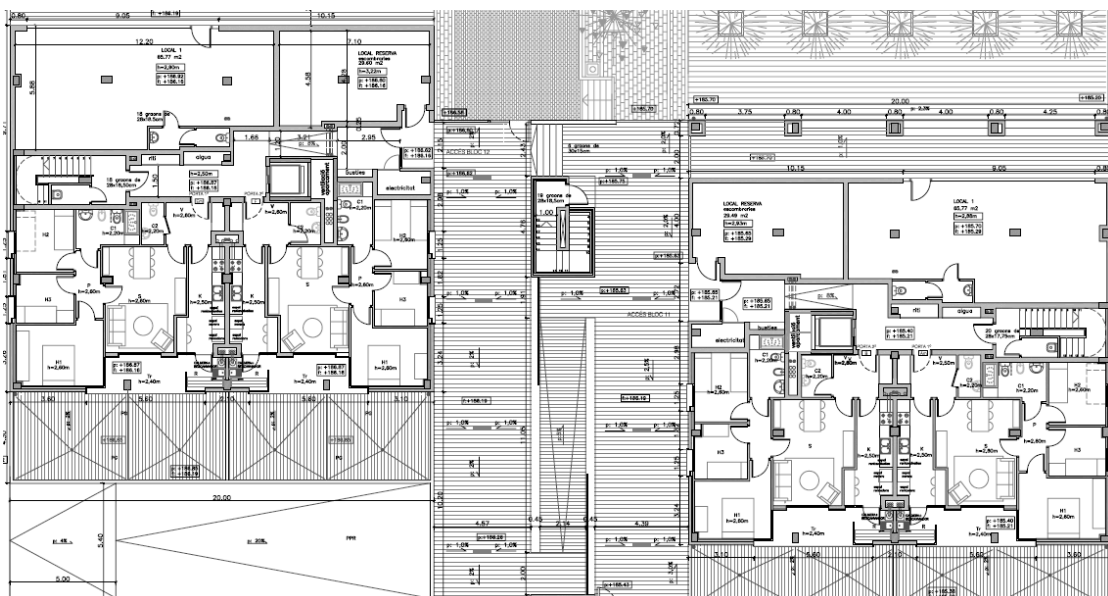


Figura 3.5 PB Local y Vivienda.

Las cinco plantas piso se distribuyen con 4 viviendas por rellano ascensor y escaleras Figura 3.6. Todas las viviendas de las plantas tipo, tienen el mismo programa funcional y las mismas características. Todos tienen un programa funcional para cinco personas, compuesto de sala-comedor, cocina independiente con lavadero exterior para el equipo de lavado de ropa, 2 habitaciones dobles, una individual, un baño completo y un trastero con previsión de instalaciones para la instalación de un aseo. Tienen una terraza cubierta a la que se accede desde la sala y desde la habitación principal, para un total de 74,5m² útiles; En la Figura 3.7 se puede observar gráficamente la vivienda tipo.

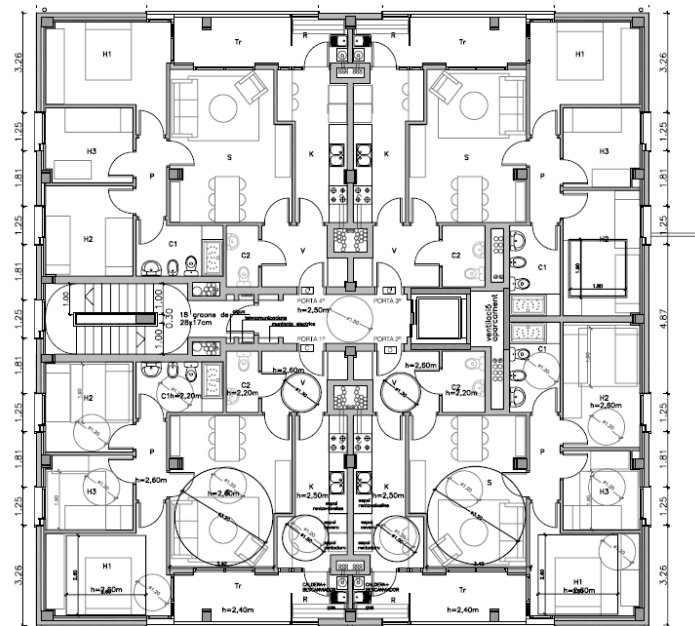


Figura 3.6 Planta tipo

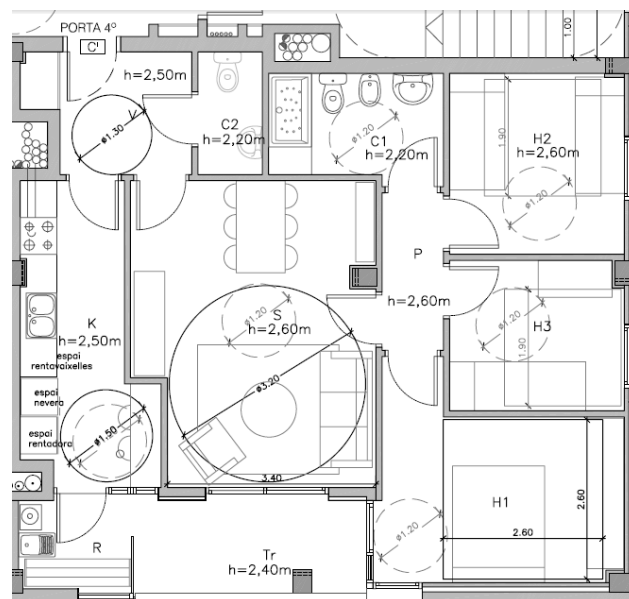


Figura 3.7 Vivienda Tipo

En la cubierta, inclinada a dos aguas, se colocarán los elementos necesarios para las instalaciones de telecomunicaciones y chimeneas, así como los colectores solares para la producción de agua caliente sanitaria y el pararrayos. El acceso a la misma se garantizará a través de rampas que permitan la salida de operarios para su mantenimiento. Aprovechará parte del espacio de cubierta para poner los elementos y equipos necesarios para la instalación solar y se accederá a través de la escalera comunitaria como se muestra en la Figura 3.8.



Figura 3.8 Vista de planta de la cubierta y sección transversal del edificio se puede observar el techo a dos aguas.

Los detalles constructivos para esta investigación son trascendentales describirlos, ya que se utilizarán para evaluar y calcular la demanda energética o la certificación energética del edificio de estudio, por esta razón en la Figura 3.9 se observan varios casos constructivos y la composición de los materiales de dicho cerramiento.

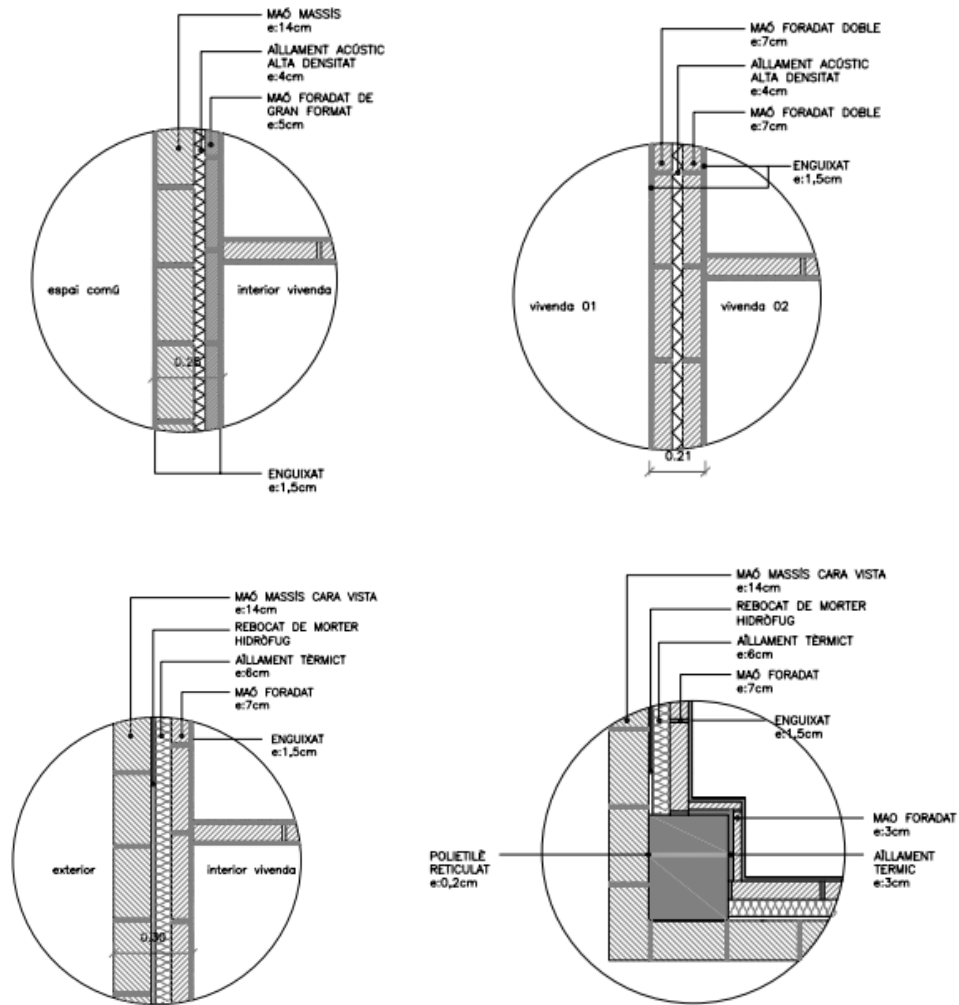


Figura 3.9 Detalls divisions Interiores y exteriores del Proyecto

Otro punto importante es el cumplimiento del planeamiento urbanístico en la Tabla 3.1 se compara algunas temáticas y aspectos que exige el planteamiento urbano vs las característica que presenta el proyecto de estudio, además sirve como información para futuros cálculos.

Descripción	Planeamiento Urbano Cataluña	Proyecto
Altura Regulada (ARM)	20,5m (PB+5PP)	BLOQUE 11_18,13m (PB+5PP) BLOQUE 12_17,95m (PB+5PP)
Pendiente máxima	30%	26%
Parcela mínima	----	1340,7m ²
Fachada mínima	Bloque 20x20	Bloque 20x20
Techo total computable	4786,90m ²	4704,28 m ²
Techo habitable	4486,90m ²	4469,46m ²
Aparcamiento	1 plaza/vivienda = 44 3 plaza/60m ² de local	
Uso	PB Habitable + Local PP Habitable	PB Habitable+ Local PP Habitable
Altura subterráneo	2,50m	3,0 m
Altura planta habitada	2,50m	2,70m

Tabla 3.1 Planeamiento urbano vs medidas del proyecto.

Los motivos de selección de este edificio, entre los proyectos disponibles, han sido:

- a) Es un bloque de viviendas de promoción pública y cumple los requisitos y módulos de la vivienda protegida.
- b) Sus características constructivas permiten la modificación de los sistemas constructivos y energéticos para obtener las diferentes calificaciones energéticas en el desarrollo del estudio.
- c) Su calificación energética es una B las cual permite aplicar medidas de mejoras o colocar otras medidas para ver cómo influye en la certificación energética y el presupuesto.

3.3. DESARROLLO DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

3.3.1. Evaluación de la demanda energética.

Al iniciar el proceso para obtener la demanda de refrigeración y calefacción del edificio estudiado, es necesario definir una serie de informaciones de partida, las cuales se definirán a continuación:

- a) Zonificación climática de la vivienda: En este apartado se demandan la zona, localidad, latitud y altitud. En este caso es Barcelona, la zona climática por norma es la zona C2, donde la diferencia de altura entre municipio y la capital de provincia es de 181m. Luego en el código técnico de edificación CTE tabla 3.2, se obtienen los límites de la demanda energética para esta tipo de zona.

Zona Climática C2										
%	Transmitancia límite de huecos(1) UHlim W/m2K				Factor solar modificado límite de huecos FHlim					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
de superficies de huecos	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,6	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,59	-	-	0,4	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

Tabla 3.2 Limitación de la demanda energética. Procedente de la HE-1.

- b) Tipo de edificio: Se indicará en este apartado el tipo de edificio en que se está trabajando, definiendo el tipo de uso “**Residencial**”, y el tipo de vivienda “**Vivienda en Bloque**”.
- c) Clase por defecto de los espacios habitables. Se debe especificar el tipo de uso del edificio así como la clase de higrometría de los espacios habitables del mismo. Siguiendo el Código Técnico de la Edificación; la clase de higrometría será la 3, ya que según su descripción en esta clase de higrometría no se produce gran cantidad de humedad y en esta clasificación incluye edificios residenciales y similares.
- d) Número de renovaciones de aire interior del proyecto. El número de renovaciones de aire interior del proyecto se determina según el criterio de normativas marcadas en el documento de habitabilidad y salubridad 3: Calidad del aire interior en el capítulo 2 que expresa el caudal mínimo de aire de ventilación por diferentes espacios. El edificio dispone de un sistema de entrada de aire que ofrece un mayor nivel de estabilidad energética. En este proyecto la memoria de cálculo y las investigaciones del INCASOL ofrece para sus viviendas en bloque un factor de renovaciones/hora de 0,4.

A manera de ejemplo para que se vea la introducción de información en el programa se muestra la Figura 3.10

The screenshot shows the LIDER software interface with the following data entered:

- Zonificación climática:** Zona: C2, Localidad: Barcelona, Latitud: 41,30, Altitud: 6,00.
- Orientación del edificio:** Ángulo: 45,00. A diagram shows a coordinate system with X and Y axes and a north arrow.
- Tipo edificio:** Vivienda en bloque (selected).
- Clase por defecto de los espacios habitables:** Tipo de Uso: Residencial, Condiciones higrometría: Clase 3 o inferior (selected).
- Datos del Proyecto:** Nombre del proyecto: Proyecto de 44 viviendas area comercial y estac, Comunidad: Barcelona, Localidad: Barcelona, Dirección: calle tenerife bloque 12.
- Datos del Autor:** Nombre: Marcos Barboza, Empresa o Institución: UPC, E-mail: marcos_barboza_77@hotmail.com, Teléfono: (null).
- Número de renovaciones hora requerido:** 0.4.

Figura 3.10 Datos de partida. Pantalla LIDER

3.3.2. Descripción de los materiales utilizados.

Antes de realizar la demanda energética del edificio, se debe buscar en la memoria descriptiva del proyecto, los materiales que se emplearán para los cerramientos horizontales y verticales. El edificio utilizará materiales estándar de la tipología constructiva actual. En la Tabla 3.3 se definen de manera general estos materiales que se usarán en las envolventes del proyecto (muros y forjados).

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/Kg)
BC con mortero convencional espesor 140	0,443	1170,00	1000,00	-	10
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,410	900,00	1000,00	-	10
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,041	40,00	1000,00	-	1
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,432	930,00	1000,00	-	10
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80
Poliétileno alta densidad [HDPE]	0,500	980,00	1800,00	-	100000
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1450,00	1050,00	-	50
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4
Azulejo cerámico	1,300	2300,00	840,00	-	1e+30
Con capa de compresión -Canto 250 mm	1,560	1580,00	1000,00	-	80
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0,18	-
Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,445	1000,00	1000,00	-	10
Aluminio	230,000	2700,00	880,00	-	1e+30
1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 10	0,512	900,00	1000,00	-	10

Tabla 3.3 Materiales de Construcción utilizada para el Proyecto.

3.3.3. Descripción de los cerramientos verticales y horizontales opacos

Anteriormente se habló de manera general de los materiales en los cerramientos horizontales y verticales. Luego se introducen estos datos al programa informático LIDER de manera ordenada; primero se le da un nombre al cerramiento con el fin de referenciarlo en el proyecto, y posteriormente se introducen las capas de materiales que forman cada cerramiento que se quieren crear, siempre siguiendo el orden desde el exterior hacia el interior en cerramientos verticales y de arriba hacia abajo en los horizontales. Dichas capas de materiales se deben seleccionar de los que aporta la base de datos del programa y en el caso que no se encuentre en la base de datos el material, se puede crear dicho material, introduciendo su nombre, espesor (d) en metros, conductividad térmica (λ) en W/mK, densidad (ρ) en kg/m³ y calor específico (Cp) en J/kg.K, o bien introduciendo su resistencia térmica. Por último, se introduce el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

Fachadas Cerramientos Verticales

Este cerramiento exterior delimita los espacios calefactados del edificio y el aire exterior. Se ha tenido en cuenta para cada elemento según su posición un material distinto. Las características de estos materiales se incluye en la Tabla 3.4 en función del tipo de elemento (Muro, Muro terraza y Muro contacto con el terreno).

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Muro M1(Laterales)	0,44	BC con mortero convencional espesor 140mm	0,140
		Morteros de áridos ligeros	0,015
		MW Lana Mineral [0,04W[mK]]	0,060
		Tabicón de LH doble [60mm <E<90mm]	0,070
		Enlucido de yeso 1000<d<1300	0,015
Muro Terraza	0,58	Aluminio	0,001
		MW Lana Mineral [0,04W[mK]]	0,050
		½ pie LP métrico o catalán [80mm <G<100mm]	0,130
		Placa de yeso laminado PLY [750 <d<900]	0,020
Muro Contacto con el Terreno	3,89	Hormigón armado 2300<d<2500	0,200

Tabla 3.4 Composición de los cerramientos exteriores verticales.

Amanera de ejemplo Figura 3.11 muestra detalles de cerramientos y los materiales que lo componen, el primero el cerramiento vertical compuesto por (Ladrillo visto, aislamiento térmico, ladrillo hueco y enlucido) y el segundo el cerramiento horizontal compuesto (azulejo, arena lámina mineral, mortero nivelador).

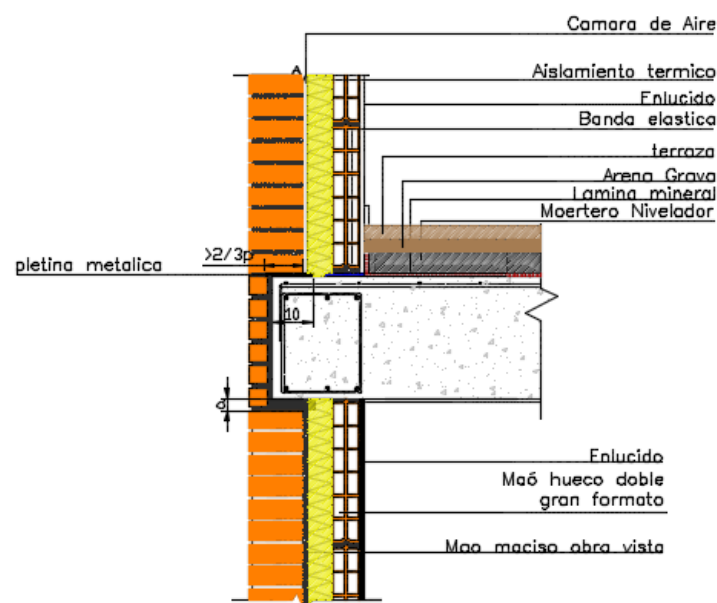


Figura 3.11 Materiales utilizados en los forjados y muros

Forjados Cerramientos Horizontales

En este apartado se localizan y se describen todos los cerramientos horizontales, que forman la parte opaca del edificio del proyecto, aplicado para exterior como interior. Cada elemento: el forjado con el terreno en esta investigación se denomina solera, que es un cierre horizontal exterior que delimita los espacios subterráneos del edificio con el terreno exterior, luego se describe el forjado de la planta baja PB y por último se define el forjado del resto de pisos. Los materiales que comprende cada uno de los cerramientos nombrados anteriormente se presentan en la Tabla 3.5 en función del tipo de elemento.

Nombre	U(W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Solera	2,60	Hormigón armado 2300<d<2500	0,150
		Polietileno alta densidad [HDPE]	0,050
		Arena y Grava 1700<d<2200	0,100
Forjado PB	0,73	Azulejo cerámico	0,035
		Arena y Grava 1700<d<2200	0,030
		Hormigón armado 2300<d<2500	0,040
		MW Lana Mineral [0,04W[mK]]	0,040
		Hormigón armado 2300<d<2500	0,250
		Enlucido yeso 1000<d<1300	0,020
Forjado	2,01	Azulejo cerámico	0,035
		Arena y Grava 1700<d<2200	0,030
		Hormigón armado 2300<d<2500	0,040
		Polietileno alta densidad [HDPE]	0,005
		Hormigón armado 2300<d<2500	0,250
		Placa de yeso laminado PYL [750 <d<900]	0,013

Tabla 3.5 Composición de los cerramientos exteriores horizontales.

Posteriormente de manera organizada se introducen éstos datos en el programa de la demanda energética (LIDER), como se presenta en la Figura 3.12, a manera de ejemplo se muestra una pantalla del programa LIDER y muestra la elaboración del Forjado PB

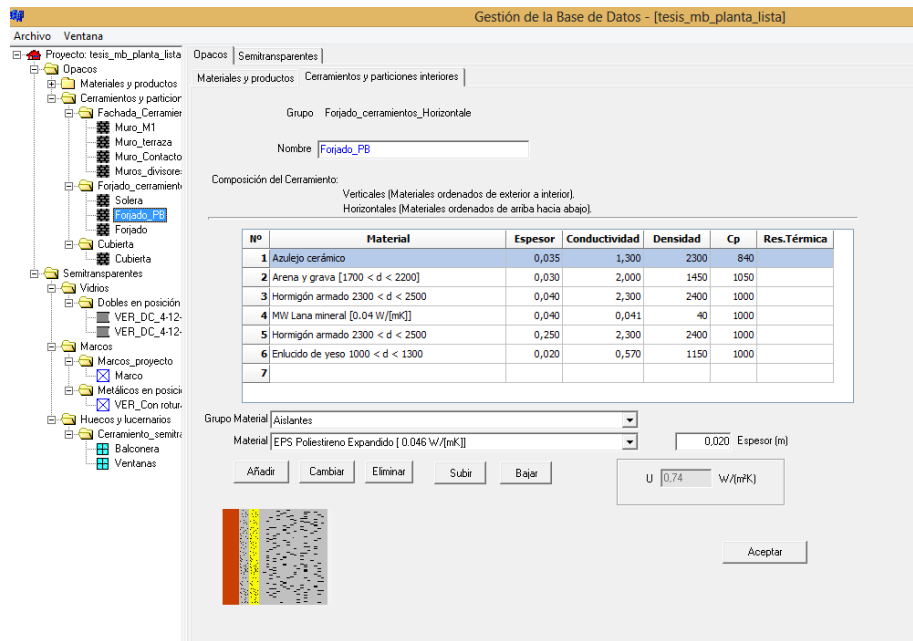


Figura 3.12 Cerramientos Opacos (Forjados PB) .Imagen sacada de LIDER

Cubierta

Este cierre horizontal exterior delimita los espacios calefactados de la planta superior del edificio del proyecto de investigación con el exterior. Los materiales que componen este cierre, el espesor de las diferentes capas y su transmitancia U (W/m^2K) se describen en la Tabla 3.6

Nombre	U (W/m^2K)	Material	Espesor (m)
Cubierta	0,40	Hormigón armado 2300<d<2500	0,050
		MW Lana Mineral [0,04W[mK]]	0,080
		Con capa de compresión Canto 250mm	0,250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10cm	0,000
		Placa de yeso laminado PYL 750<d<900	0,013

Tabla 3.6 Composición del cerramiento horizontal (Cubierta)

Cerramientos interiores

En este apartado se describen todos los cerramientos interiores verticales que forman la parte opaca de los edificios de la promoción. La Tabla 3.7 hace referencia a los materiales que componen este cerramiento, el espesor de las diferentes capas y su transmitancia U (W/m^2K).

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Muros Divisores	0,52	Placa de yeso laminado PYL 750<d<900	0,015
		Tabicón de LH doble [60mm<E<90mm]	0,070
		MW Lana Mineral [0,04W[mK]]	0,040
		Tabicón de LH doble [60mm<E<90mm]	0,070
		Placa de yeso laminado PYL 750<d<900	0,015

Tabla 3.7 Composición de los cerramientos interiores del proyecto (Muros Divisores)

3.3.4. Descripción de los materiales utilizados en los cerramiento semitransparentes

En este apartado se describen todos los materiales que forman parte de los cerramientos semitransparentes del edificio. En los cierres semitransparentes se pueden diferenciar la parte transparente (cristales) de la parte opaca (marcos). En el programa informático (LIDER), las cajas de persiana no se pueden definir de una manera específica, de modo que éstas serán definidas como una parte del marco del cierre semitransparente. Los materiales que componen la parte transparente (cristales) de estos cierres se definen por los siguientes parámetros:

- Transmitancia Térmica U (W / m² · K) y el Factor Solar g_{\perp}

El edificio del proyecto utilizará cristales estándares de tipología constructiva actual. Los materiales que componen la parte opaca (marco) de estos cierres se definen por siguientes parámetros:

- Transmitancia Térmica U (W / m² · K) y Absorbencia α (obtenido para el color de marco de 0,2 para blanco a 0,96 para negro)

Los valores de transmitancia térmica del marco y cristales del proyecto, serán obtenidos de los planos y memoria del proyecto, además se consiguieron los catálogos de las empresas suministradoras de los vidrios y se logró constatar todos los valores y datos en la Tabla 3.8.

Nombre	U (W/m ² K)	Factor solar	%Hueco	Permeabilidad m ³ /hm ² a 100 Pa	Absorbe ncia α
Balconeras (8-12-6mm)	2,88	0,59	15	9	–
Ventana (8-12-4mm)	2,85	0,59	10	9	–
Marcos con puente térmico	3,30	–	–	–	0,3

Tabla 3.8 Composición de los cerramientos semitransparente.

Estos datos de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** son introducidos en el software LIDER y se crean los cerramientos semitransparentes. Pero se tiene que tener en cuenta otros datos que serán expuestos a continuación:

1. Factor solar en el verano de 0,35. Esto se debe a la instalación de persianas en las ventanas. En invierno el factor solar es del propio vidrio más el del elemento de sombra exterior.
2. La conductividad térmica para el período de U hvero tiene el valor de U hiverno = 0,83 (W/m²K)
3. La permeabilidad (cantidad de aire que pasa a través del hueco debido a la acción del viento) depende de dos cosas: el diseño del perfil y, sobre todo, del sistema de apertura. Una permeabilidad alta equivale a tener la ventana ligeramente abierta todo el día, con la consecuente pérdida o ganancia de calor (según sea invierno o verano). El valor máximo está limitado por el CTE y no puede superar los 27 m³/h·m² (ventana de clase 2 o superior). Para este proyecto se obtuvo una permeabilidad de 9 m³/h·m².

Finalmente se introducen en el programa todos los datos obtenidos, para posteriormente buscar el cálculo de la demanda energética; el problema es que este software dispone de una base de datos genérica con las propiedades de un amplio abanico de cristales utilizados en la construcción, al igual que en los materiales de cerramientos opacos. Por esta razón se debe ser cuidadosos en el momento de seleccionar el vidrio y el marco e introducir los valores más cercanos propuestos a lo largo de este apartado. A modo de ejemplo se muestra la Figura 3.13 las cuales muestra una pantalla del LIDER de la introducción de los datos para los cerramientos semitransparente (Ventanas y Marco).

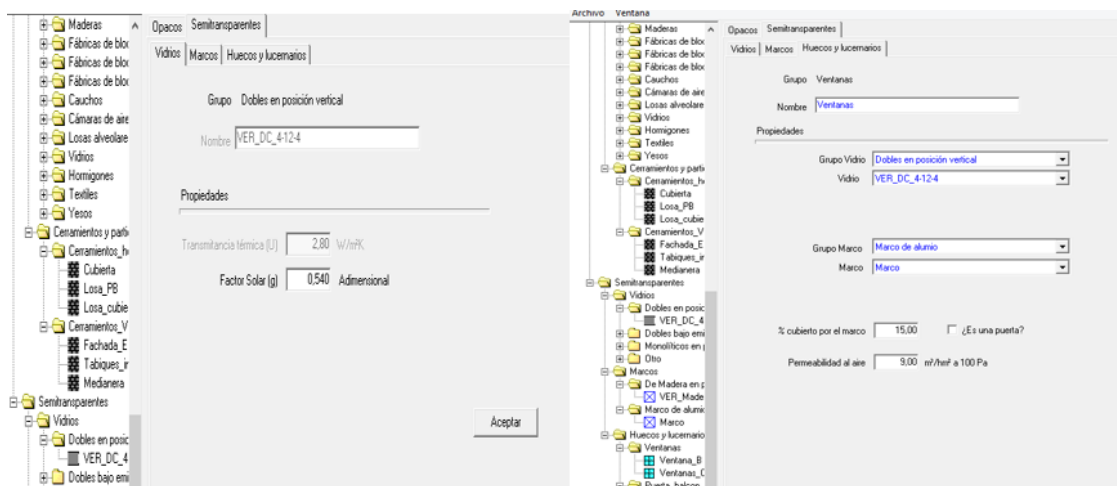


Figura 3.13 Cerramientos Semitransparente Imagen obtenido del LIDER

3.3.5. PUNTES TÉRMICOS DEL EDIFICIO.

Los puentes térmicos de la envolvente de un edificio son aquellas zonas donde se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción ya sea por un cambio en el espesor del cierre, los materiales utilizados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad. Esta variación conlleva necesariamente una disminución de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales en épocas de invierno o frías. Los puentes térmicos más comunes en la edificación son:

- Pilar Integrados en los cerramientos de las fachadas
- Contorno de ventanas
- Frentes de forjados en las fachadas
- Uniones de cubiertas con fachadas
- Uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno
- Esquina o encuentros de fachadas

Los puentes térmicos están definidos por unos parámetros característicos que son necesarios para realizar los cálculos de condensaciones y pérdidas energéticas. Estos parámetros son la conductancia térmica lineal (ψ) y el factor de temperatura superficial interior (fRsi). Para este proyecto de investigación se deben encontrar estos puentes térmicos y sus respectivos parámetros característicos, primero acudiendo a los documentos básicos de ahorro y energía. En la Tabla 3.9. se muestra la Zona Climática C referida a Barcelona y la clase higrométrica indica cual será el mayor factor de temperatura (fRsi) en que se puede diseñar en este caso de estudio será 0,56.

Factor de temperatura de la superficie interior mínimo fRsi,min					
Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o	0,5	0.52	0.56	0.61	0.64

Tabla 3.9 Factor F RSI, min Extraído del DB

Luego acudimos a la memoria de cálculo y se obtiene exactamente los valores (ψ) y (fRsi) que se compara con las del (DB-HE) para verificar que los valores no sobrepasasen al valor de la citada tabla 3.9. Para sintetizar se presenta la tabla 3.10, según el tipo de elemento constructivo (forjado-fachada, suelo exterior-fachada, esquina saliente, hueco ventana, esquina entrante, pilar unión solera-pared exterior) y sus características (ψ) y (fRsi).

Puentes térmicos		
Elementos	Y W (mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0,41	0,75
Encuentro suelo exterior-fachada	0,44	0,72
Encuentro cubierta-fachada	0,44	0,72
Esquina saliente	0,16	0,8
Hueco ventana	0,25	0,63
Esquina entrante	-0,13	0,82
Pilar	0,25	0,62
Unión solera pared exterior	0,13	0,74

Tabla 3.10 Resumen de los puentes térmicos usado en el proyecto. Fuente propia

Posteriormente al obtener toda ésta información, en el apartado construcción del programa informático LIDER se introducen los valores calculados anteriormente como se aprecia en la Figura 3.14, observando que para cada elemento constructivo en el programa se obtiene valores (ψ) y ($fRsi$) y se escogerán los calculados anteriormente.

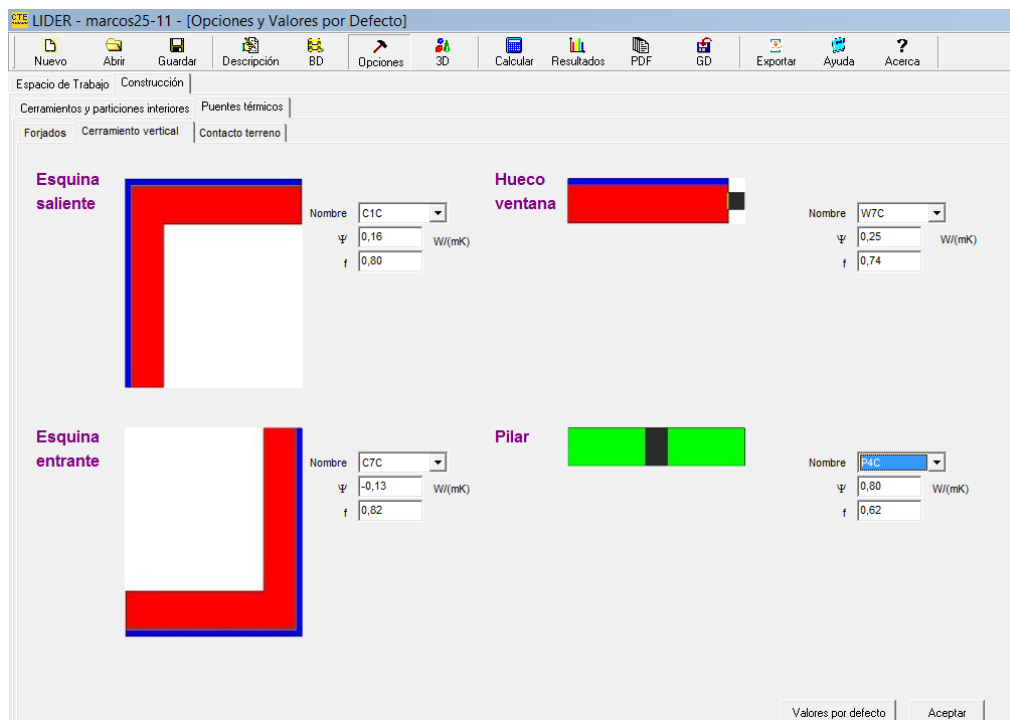


Figura 3.14 Definición de puentes térmicos. Pantalla obtenida del LIDER

De esta forma se comprueba la existencia o no de condensaciones superficiales y las pérdidas energéticas del edificio objeto para dar cumplimiento al Documento Básico HE 1 del Código Técnico de la Edificación.

3.3.6. MODELIZACIÓN DEL EDIFICIO EN 3D

Una vez definido los apartados anteriores, el proceso continúa con la modelización en 3D. Las cuales consisten en plasmar todas las características geométricas del proyecto en el programa que posteriormente será sometido a cálculo de la demanda energética.

Toda la realización en 3D del edificio fue hecha basado en los manuales encontrados (CTE_LIDER_MANUAL, 2015); siguiendo las pautas y recomendaciones, se puede realizar el proyecto como se demuestra en la Figura 3.15. Este apartado presentó varias complicaciones y se necesitó muchas horas de trabajo, al final se logró conseguir la modelización de los dos bloques (11 y 12) del proyecto, incluyendo las 5 plantas, la cubierta con su pendiente a dos aguas, la parte subterránea (aparcamiento), se colocaron las respectivas ventanas y puertas, y por último como aspecto importante se definió sus partes habitables y no habitables según el espacio comprendido del proyecto.

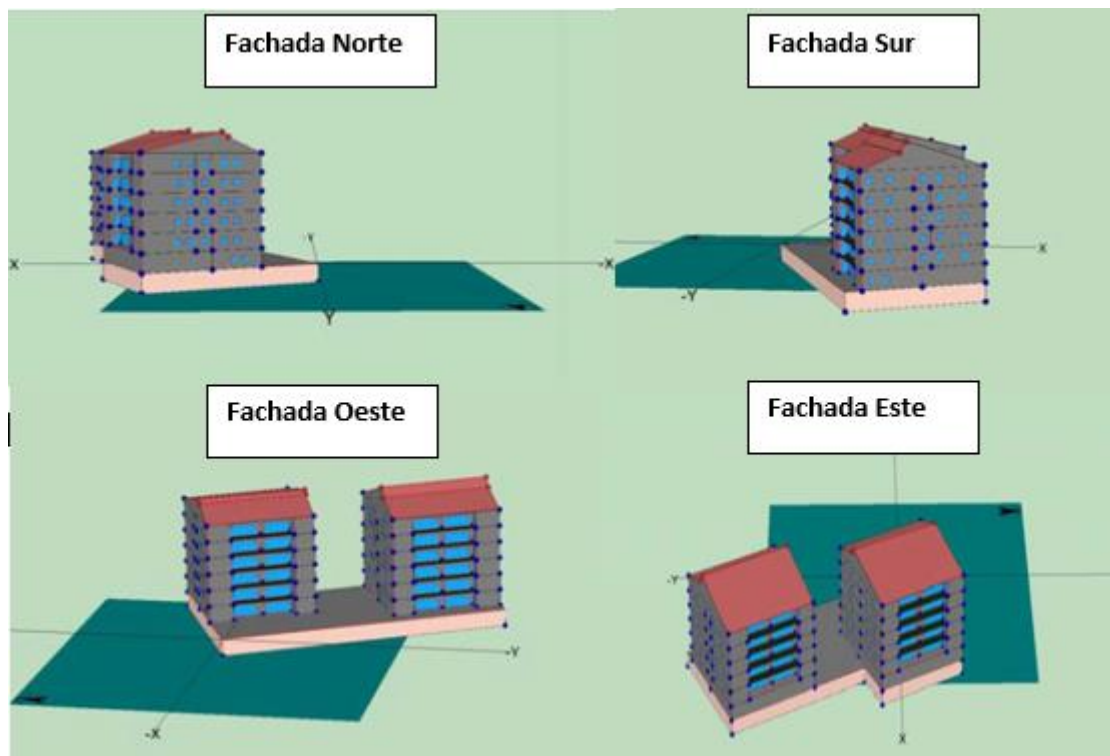


Figura 3.15 Imagen del Edificio en diferentes orientaciones Modelo 3D

Luego de haber desarrollado todos apartados anteriores solo queda calcular la demanda energética del edificio de estudio, esto se muestra en “% de demanda en calefacción y en refrigeración” y luego se comparará con un edificio estándar con las mismas características, la comparación de estos dos %, tienen que dar como resultado que el edificio de estudio quede por debajo del edificio estándar para que pueda cumplir la norma. De este modo la Figura 3.16 muestra los resultados obtenidos, el porcentaje del edificio estudiado queda por debajo del porcentaje del edificio estándar por lo que cumple con los límites energéticos.

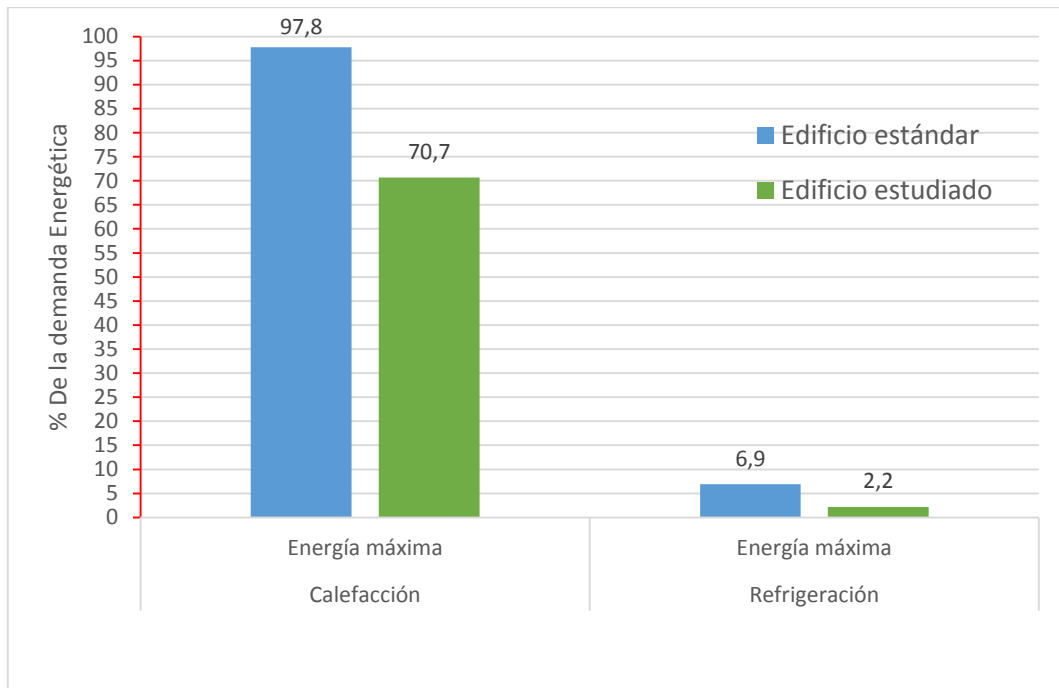


Figura 3.16 Resultados de la Demanda Energética.

3.4. CONCLUSIONES DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

En este capítulo se ha calculado la demanda energética del proyecto. Se ha llegado a conocer las normas que lo rigen, se han comentado los máximos valores que se pueden alcanzar para no exceder el límite de la demanda energética. Cada una de las pautas a seguir han sido de gran importancia en este capítulo al igual que el conocimiento de las normas (CTE) y del documento básico de energía DB HE-1.

Luego de comparar las dos demandas energéticas, se puede concluir que el resultado **“CUMPLE”**. Esto quiere decir que el edificio estudiado está por debajo al edificio estándar y por lo tanto cumple con los límites energéticos, lo que permite decir que se han aplicado correctamente las normas y exigencias planteadas durante el desarrollo de este capítulo.

Para terminar se comprueba que todos los datos estén correctos y fueron introducidos correctamente en la herramienta utilizada en esta investigación, es posible obtener un informe completo (Ver anexo 1 - Informe generado por LIDER) en formato ".pdf" a fin de ser consultado.

4.PROCESO DE CALCULO Y OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

4.1. INTRODUCCIÓN

Se ha explicado en el Capítulo 2 el concepto de certificación energética en que consiste, y su respectivo procedimiento para su obtención. Pero no se ha explicado cómo se calcula, y esto es lo que se realizara a lo largo de los apartados de este capítulo, para luego obtener su respectivo etiquetado energético.

Para calcular la certificación energética de un edificio, se consultan los reglamentos españoles como en el Documento Básico de Habitabilidad y Ahorro de Energía (DB- HE) y en el Código Técnico de la Edificación (CTE). Para este capítulo se utilizara todos los documentos básicos de ahorro y energía (H1-H2-H3-H4), los cuales aportaran los aspectos constructivos y los aspectos de las instalaciones e inclusive de los combustibles utilizados. El código técnico de la edificación "CTE" establece el marco normativo de las exigencias básicas que deben cumplir los edificios para seguridad estructural, para seguridad en caso de incendio, para seguridad de utilización, para higiene, salud y protección del medio ambiente y para ahorro de energía que se usara en esta investigación.

Tal y como ocurre con la Limitación de la demanda energética calculada en el capítulo 3, existe una aplicación informática que permitirá calcular la certificación energética. Dicha aplicación informática se conoce con el nombre de CALENER VYP que significa (Calificación de la Eficiencia Energética de Viviendas y Edificios Terciarios Medianos y Pequeños). Esta investigación uso esta herramienta debido a:

- a) Este programa es de aplicación en edificios de **nueva construcción**, y en edificios de reforma o rehabilitación con una superficie útil superior a 1.000 m², para la tipología

edificatoria de viviendas, Pequeños y Medianos Terciario, quedan excluidos edificios de construcción provisional y edificaciones no mayores a 50 m².

- b) Es la herramienta certificada por el código técnico de edificación CTE para el cálculo de la certificación energética.

La manera de calcular la calificación energética en los edificios de estudio de esta investigación, es mediante la evaluación del consumo de las instalaciones de agua caliente sanitarias, calefacción y refrigeración (consumo de energía final), el resultado de esta evaluación es comparado con el consumo de un edificio de referencia y la obtención del etiquetado energético.

Para esta investigación es importante definir los pasos a seguir para calcular la certificación energética, Los sistemas utilizados, la demanda de ACS, las unidades terminales e equipos que conformaran el sistema. Luego para terminar se calcularan los resultados y se obtendrá el etiquetado o certificación energética del edificio de estudio de este proyecto.

4.2. PASOS A SEGUIR PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

En recomendación al abordar un cálculo de certificación energética, se indicaran unas series de pasos a seguir, con la finalidad de obtener la calificación energética del edificio estudiado en el presente proyecto. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Estudiar el sistema de acondicionamiento instalado en el edificio, decidiendo la combinación de elementos del programa (sistemas, equipos, unidades terminales, factores de corrección) que serán necesarios para modelarlo. En este caso, deberán considerarse los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS), no siendo por tanto necesario considerar los sistemas de refrigeración de la vivienda por carecer de ellos, ni los sistemas de iluminación, al no tratarse de un edificio terciario.
2. Recopilar la información relativa al dimensionado (potencias, rendimientos nominales, caudales, temperaturas de impulsión, rendimientos a carga parcial, etc.)
3. Definir la demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS), Definir los sistemas, incluyendo el de ACS, asociando los equipos y unidades terminales a los espacios acondicionados del edificio.
4. Definir los factores de corrección requeridos por los equipos utilizados en el sistema.
5. Recopilada toda la información se debe introducir de manera ordenada y clara en el programa informático CALENER VYP

Al realizar todo lo pasos anteriores, se podrá calcular la calificación energética del edificio de estudio y obtener el etiquetado energético.

4.3. DESARROLLO PARA OBTENER LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

4.3.1. Descripción y datos del proyecto.

La información de este apartado son los mismos datos que utilizados en el apartado 3.3.1. Estos son (Zonificación climática de la vivienda, tipo de edificio, clase por defecto de los espacios habitables, higrometría, orientación, números de renovaciones). Esto es igual ya que la descripción del proyecto, es el mismo caso de estudio descrito en el apartado 3.3. Una vez queda definido correctamente el edificio estudiado, se puede empezar el proceso de definición de los diferentes sistemas que forman las instalaciones de agua caliente sanitaria y calefacción de la vivienda y las cuales serán ampliamente desarrolladas en lo apartados siguientes.

4.3.2. DEFINICION DEL SISTEMA UTILIZADO EN EL PROYECTO.

Base de Datos

Lo primero será armar la base de datos, para esto y luego de recopilar la información en los catálogos de equipos y obtener los datos de la memoria del proyecto, ya se cuenta con toda la información de (potencias, rendimientos nominales, caudales, temperaturas de impulsión, rendimientos a carga parcial, etc.)

Se debe usar la herramienta informática CALENER y en su “base de datos”, y de manera ordenada introducir y localizar cada uno de los elementos que se usan en el proyecto, que facilitara la definición de nuevos sistemas, esto quiere decir que se deberán definir los sistemas que servirán para la producción de agua caliente sanitaria y proporciona el acondicionamiento interior de la vivienda. A manera de ejemplo para que se vea la introducción de información en el programa se muestra la Figura 4.1.

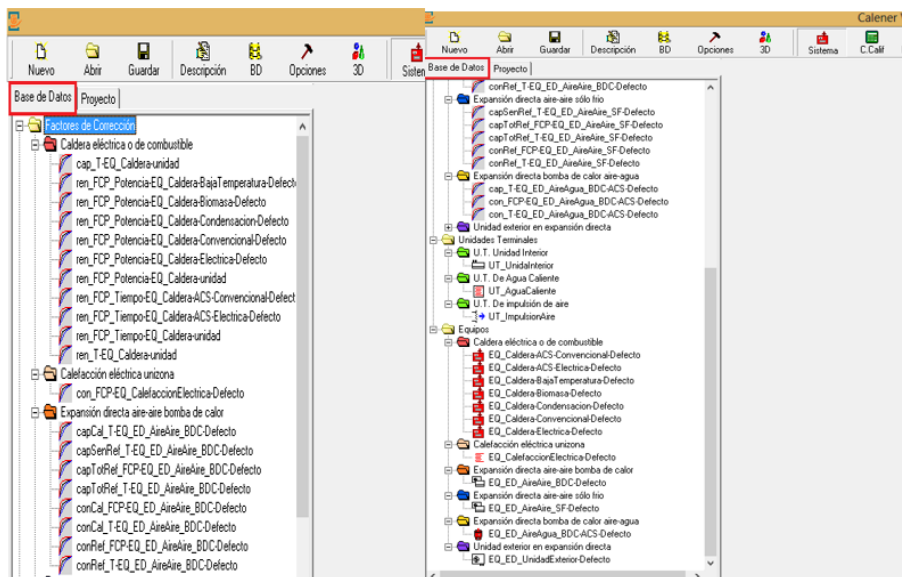


Figura 4.1 Valores Recopilados e introducidos en la Base de datos “Programa CALENER Vyp”

El sistema se define empezando por la creación, o importación desde la “base de datos”, de todos los equipos y unidades terminales que contiene. Si se opta por la importación de objetos previamente definidos en la base de datos, esta importación arrastrará por defecto los factores correctores utilizados.

Se selecciona “**Proyecto**”, donde se comienza a armar el sistema y es donde la investigación del proyecto recopilada anteriormente será introducida. En esta parte se definirán: Demanda de ACS, unidades terminales, equipos y por último se armara el sistema del edificio de estudio. Esto será explicado en los apartados siguientes.

Demanda de ACS

Lo primero que se debe introducir es la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio estudiado, A modo de ejemplo se muestra la Figura 4.2. De la demanda de ACS

Figura 4.2 Demanda de ACS “Programa CALENER Vyp”

Las características que se muestran en la figura 4.2 serán explicadas a continuación

- Nombre: Demanda ACS. Se puede poner el nombre que se desee. Para el proyecto de estudio, se usó nomenclatura para el piso por ejemplo “P02 y por último el “E01” es el espacio que ocupa en el piso.
- Consumo total diario (l/m² día): el valor de 0,66 l/m² día, no obstante, aunque se calcule otro caudal, el valor está anclado a la zona donde sea el proyecto y el tipo de vivienda.
- Área habitable cubierta: es la superficie construida de la vivienda. Dicha superficie fue obtenida de la memoria y planos del proyecto el valor de esta es 76,64m²
- Temperatura de utilización: esta información se puede obtener de la memoria solar del proyecto el valor de este es de 60°C.
- Temperatura del agua de red: Viene íntimamente relacionada a la zona donde se realiza el proyecto Para Barcelona aporta el valor de 13,8°C.

Se tiene que tener en cuenta que para cada vivienda del proyecto se debe realizar un sistema, por lo tanto se debe añadir “N” números de demanda de ACS como “N” número de viviendas que posea el proyecto. En este caso de estudio como se parte que cada vivienda es igual, se adopta la opción de los multiplicadores de vivienda que facilitara el cálculo de la eficiencia energética.

Unidades Terminales UT

Las unidades terminales (UT) son los equipos encargados de suministrar finalmente a la zona acondicionada la energía final necesaria para su acondicionamiento. Los tipos de UT contemplados en son los siguientes:

- Unidad terminal de agua caliente
- Unidad terminal de impulsión de aire
- Unidad terminal en expansión directa

Para este proyecto cada vivienda se considera habitada y por tanto calefactada, el proyecto consta una sola “Unidad termina (UT)” y una potencia total, que es la sumatoria de potencias de las diferentes estancias de la vivienda. En la memoria solar este cálculo por la sumatoria de todas las áreas es de 10,64 kW por una vivienda pero se le tiene que restar todo el aporte que pueda venir de las placas solares. Este aporte es del 50% de la demanda de calefacción de los espacios por lo tanto el aporte en kW de la vivienda de estudio es de 5,32 kW. A modo de ejemplo la Figura 4.3 se muestra como introducir la UT y el nombre que en este caso se asume para esa unidad.

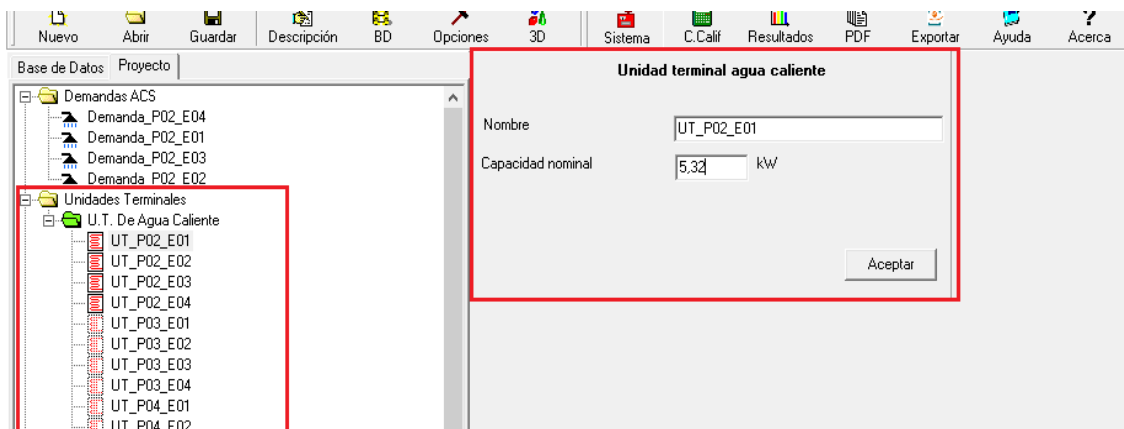


Figura 4.3 Unidades Terminales “Programa CALENER Vyp”

Equipos

Se debe recordar que cualquier instalación está compuesta por un objeto que define el tipo de sistemas de que se trata, y este a su vez, contiene uno o varios objetos que definen los diferentes equipos que componen la instalación. Cabe recordar que únicamente se incluyen los equipos necesarios para la simulación térmica de la vivienda.

El sistema de calefacción proyectado es un sistema centralizado conformado por calderas individuales condensación de 26 kW cada una para un rendimiento del 95%. El proyecto

tiene una potencia total instalada de 1.144 kW. El sistema de calefacción es un sistema convencional por radiadores, ubicados en cada estancia calefactada del proyecto, con una temperatura de impulsión de agua caliente a 60°C. Estos datos fueron obtenidos de los catálogos de los equipos que muestran toda la información necesaria al momento de obtener dicho equipo, los valores más importantes para la certificación energética que se deben considerar, se muestran en la Tabla 4.1.

Tipos de Caldera	Condensación
Potencia Nominal	26kW
Rendimiento del equipo	0,95
Tipo de energía	Gas Natural

Tabla 4.1 Característica del sistema de calefacción

Con las características definidas en la Tabla 4.1, el siguiente paso es vaciar esta información en el programa informático CALENER. A modo de ejemplo se muestra la Figura 4.4, donde se visualiza (la caldera su capacidad total, rendimiento y el tipo de combustible que usa).

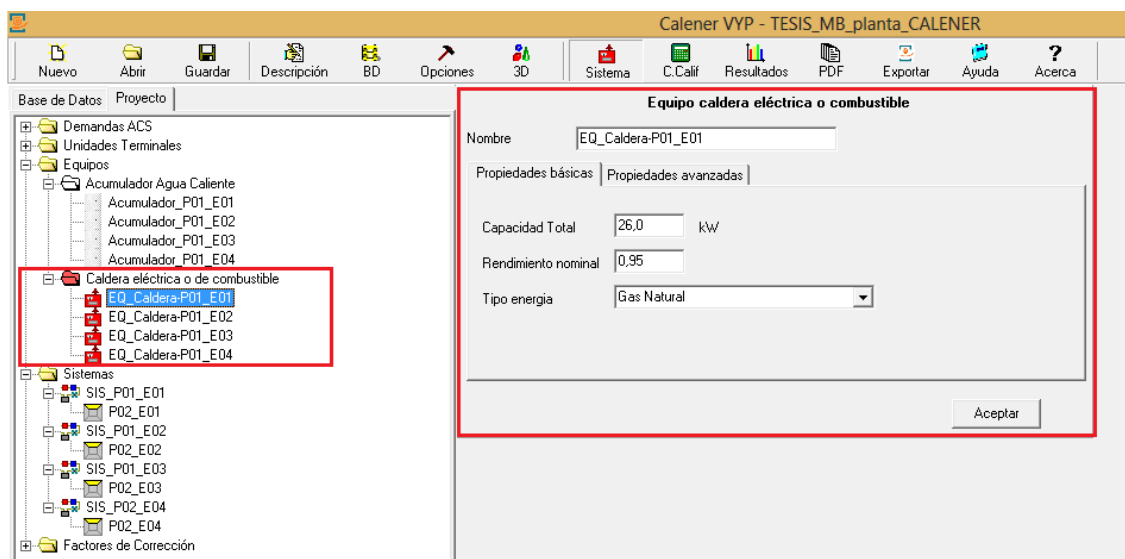


Figura 4.4 Definición de Equipos-Calderas “Programa CALENER Vyp”

El sistema de acumulación es de tipo centralizado para edificio y el volumen de acumulación para cada una de ellas es de 1500 l esto dividido por las 22 viviendas se obtendrá 68,18 l. Por lo tanto el volumen de acumulación total de los dos edificios de 3000 l. El coeficiente de pérdida se tomara el más conservador de 1 W/°C

Con las características definidas anteriormente se entra a la herramienta informática CALENER. Como ejemplo la Figura 4.5 muestra la introducción de los valores que se mencionó anteriormente (el volumen del acumulador y el coeficiente de pérdida)

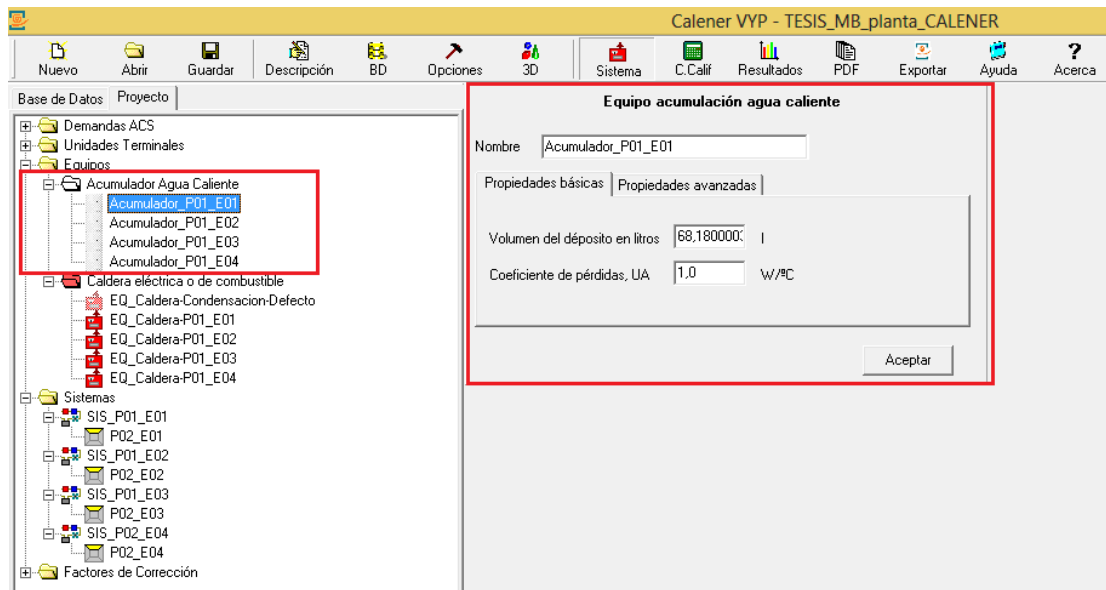


Figura 4.5. Equipos-Acumuladores “Programa CALENER VyP”

Sistema

La último que queda por definir es la de “Sistema”. Una vez se han introducido los equipos, ya se pueden definir los sistemas de calefacción y ACS. En este caso se trata de un sistema mixto de calefacción y ACS. En este punto se vinculan la demanda de ACS, equipos y unidades terminales que dan aportación energética en un recinto. Los factores de corrección introducidos por las máquinas de calefacción son de la base de datos de la herramienta informática utilizada, por tanto no se ha modificado ningún parámetro de las máquinas, pues son máquinas totalmente convencionales.

Se debe recordar que cualquier instalación está compuesta por un objeto que define el tipo de sistema de que se trata, y este a su vez, contiene uno o varios objetos que definen los diferentes equipos que componen la instalación. Cabe recordar que únicamente se incluyen los equipos necesarios para la simulación térmica de la vivienda.

Finalmente es posible definir el sistema, puesto que ya se han incorporado todos los elementos necesarios. Solo quedaría rellenar el nombre del sistema, y se selecciona el equipo que se ha incorporado anteriormente (Demanda ACS, UT, Equipos). Por último, se selecciona el espacio donde se ha instalado, de la lista de espacios del edificio que muestra el programa. A modo de ejemplo la Figura 4.6 se muestra (nombre del sistema, equipo acumulador fracción cubierta por la energía solar, temperatura impulsión sanitaria temperatura de calefacción y los multiplicadores).

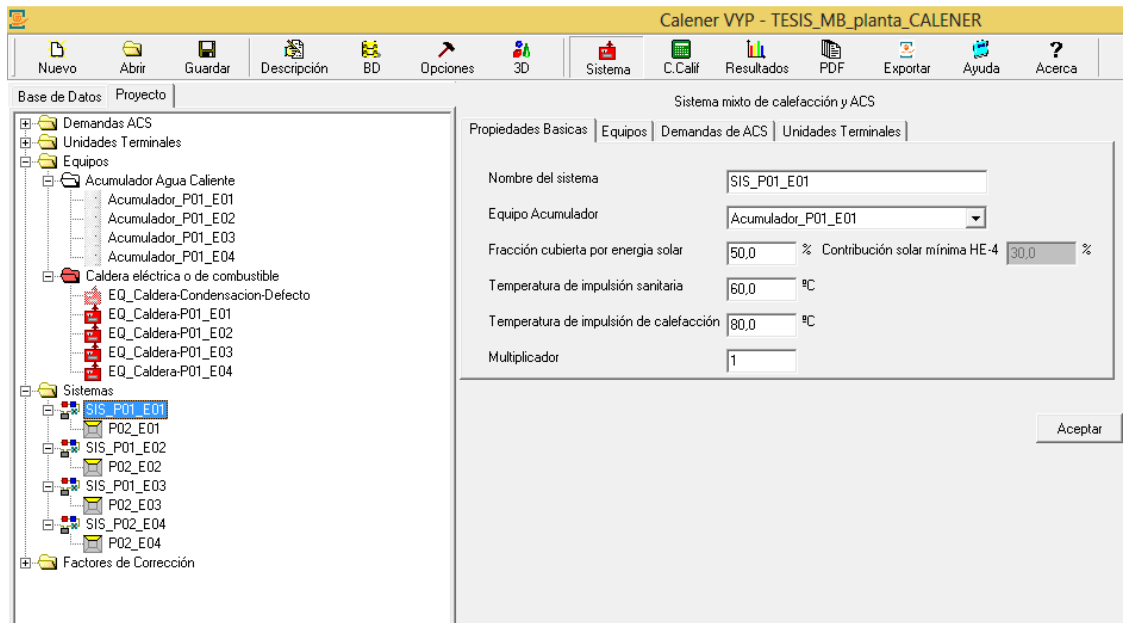


Figura 4.6 Desarrollo del Sistema “Programa CAENER Vyp”

El proyecto por normativa de la CTE y por decreto de ecoeficiencia llevará un sistema de aprovechamiento de energía solar para la producción de ACS. En base a normativa CTE según la zona climática del proyecto, el programa aplica el ratio de producción de energía solar para ACS. Por normativa según la zona climática, se producirá mediante energía solar, el mínimo para en Barcelona es 30% pero en este proyecto se obtuvo el 50% del total de consumo de ACS. El decreto de ecoeficiencia también determina que la cobertura solar sea del 50%.

4.4. CÁLCULO DE RESULTADOS Y OBTENCIÓN DE INFORME

Inmediatamente de haber desarrollado todos los apartados anteriores, solo queda calcular la calificación energética del edificio estudiado, esto se muestra en “KgCO₂/m²” y luego se comparará con un edificio estándar con las mismas características, la comparación de estos dos KgCO₂/m² se puede visualizar en la Figura 4.7, denominando en color verde el edificio de estudio y en color amarillo el edificio de referencia. Este cálculo generó un certificado energético de una letra B (5,7 kg CO₂ / m²) para el edificio de estudio.



Figura 4.7 Etiquetado del Certificado Energético “Programa CALENER Vyp”

En la Figura 4.8 muestra, la demanda de calefacción y refrigeración, en kWh/m² y en kWh/año para el edificio objeto y el de referencia. Los resultados se muestran en la escala oficial, incluyendo los indicadores de emisiones de CO₂ por cada metro cuadrado habitable del edificio objeto y del edificio de referencia. Además muestra consumo de energía final, el consumo de energía primaria (con estos valores se puede calcular costes económicos en la factura y lo que puede ahorrar una persona al tener este etiquetado) y por último se muestra las emisiones que se generan al ambiente.

Demandas	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	9,0	31613,7	30,8	108563,3
Refrigeración	0,5	1683,1	8,9	31528,8

Consumos Energía Final	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	10,8	38168,5	41,2	145099,3
Refrigeración	0,3	1053,1	5,3	18546,4
ACS	6,9	24382,4	16,2	57157,9
Total	18,0	63604,0	62,6	220803,5

Consumos Energía Primaria	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	11,2	39449,4	44,7	157416,8
Refrigeración	0,8	2741,3	14,0	49185,0
ACS	7,0	24650,6	14,2	50154,5
Total	19,0	66841,3	72,8	256756,2

Emisiones	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calefacción	2,5	8815,0	9,9	34907,4
Refrigeración	0,2	705,2	3,4	11988,4
ACS	1,4	4936,4	3,4	12139,3
Total	4,1	14456,6	16,7	59035,1

Figura 4.8 Demandas, Consumos y Emisiones del Certificado Energético del Proyecto.

4.5. CONCLUSIONES DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

En este capítulo se ha realizado los cálculos de la certificación energética, este proyecto alcanzó un etiquetado B (5,7 kg CO₂ / m²), las cuales indica que posee bajos consumos de CO₂ con respecto al edificio de referencia. Esta certificación es el punto de partida para desarrollar todos los análisis y cálculos para la investigación de este proyecto de tesis, entre ellos los estudios paramétricos y la construcción de escenarios para luego evaluar las implicaciones económicas, ya que sólo se garantizará el éxito de la mejora de la eficiencia energética en el caso de que las medidas aplicadas resulten rentables

Para terminar se comprueba que todos los datos estén correctos y fueron introducidos correctamente la herramienta utilizada en esta investigación, Es posible obtener un informe completo (Ver anexo 2 - Informe generado por CALENER VYP) en formato ".pdf" en el cual quedara incluida la definición geométrica y constructiva del edificio, así como la definición del sistema del edificio objeto, mostrando la calificación obtenida por el edificio. Este informe es el que se presenta al ICAEN, las cuales certificara estos cálculos. Luego este etiquetado (certificación energética) será el que se presente en la documentación del contrato (venta o alquiler), las cuales las leyes obligan al propietario a adquirir este ya sea para venta o alquiler de la vivienda.

5.MEDIDAS QUE MODIFICAN LA EFICIENCIA ENERGETICA

5.1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética en la edificación consiste en reducir el consumo de energía primaria, y consecuentemente las emisiones de CO₂ a la atmósfera debido a la actividad constructiva y sobre todo, al uso y explotación de los edificios. Para conseguir este objetivo de reducción de consumo energético, es necesario entender una concepción en la que el edificio supera su papel de consumidor de energía para convertirse en una infraestructura energética urbana, capaz de generar, recibir, almacenar y distribuir energía térmica y eléctrica de forma inteligente, reduciendo el impacto energético y ambiental provocado por el hecho de construir. Y ello sin renunciar a la estética, ni a la transparencia, ni a la ligereza, ni al resto de condicionantes técnicos, espaciales y formales propios de la arquitectura.

Efectivamente, hoy en día la consecución de un adecuado nivel de confort en los edificios se suele confiar fundamentalmente, a los sistemas convencionales de climatización en menor medida a los sistemas y soluciones pasivas y apenas se presta importancia a la influencia de la forma arquitectónica.

El objetivo de este capítulo es definir una metodología que permita a arquitectos y promotores tomar decisiones en la fase de proyecto. Debido a esto se abarca conceptos como la demanda energética y consumo energético y todas las medidas que puedan afectar a la eficiencia energética para enfatizar en técnicas como (ubicación, orientación, materiales, diseño y permeabilidad). Para luego, finalizar en las medidas pasivas y activas que modifican la certificación energética.

5.2. DEMANDA ENERGÉTICA Y CONSUMO ENERGÉTICO

Se llama demanda energética de un sistema a la energía que necesita para realizar su función. En un edificio, por tanto, la demanda energética será la energía necesaria para que el edificio funcione con los estándares de confort (térmico, lumínico) adecuados, y cumpliendo con todos los requerimientos básicos de su función.

Esta energía es suministrada por un sistema que tiene un rendimiento determinado y por tanto, la energía que se suministra al sistema no tiene por qué coincidir con la energía consumida. Salvo excepciones (bombas de calor, calderas de condensación) se consume más energía que la estrictamente requerida por el sistema para suministrar la demanda.

A la energía consumida por el equipo para satisfacer la demanda es lo que se denomina “consumo”. El consumo atiende a la relación siguiente entre la demanda y el rendimiento del sistema suministrador de energía. Para calcular la energía consumida se presenta Ec. 5.1:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Rendimiento}} \quad [\text{Ec. 5.1}]$$

El objetivo final de la eficiencia energética es reducir el consumo de energía en los edificios, luego para ello se debe: reducir la demanda, aumentar el rendimiento de los sistemas y actuar simultáneamente sobre la demanda y los sistemas.

En términos generales, es más eficiente y también sensiblemente más barato, disminuir la demanda del edificio que aumentar el rendimiento de los equipos, si bien la optimización se consigue realizando ambas acciones simultáneamente. Por otra parte, para evaluar el impacto real de un determinado equipo, hay que realizar el análisis teniendo en cuenta no sólo energía final que se le ha suministrado para cubrir la demanda, sino que hay que considerar la fuente de energía primaria utilizada para este fin.

En los edificios varía considerablemente la demanda de energía dependiendo de su función, así un edificio comercial presenta una demanda enormemente diferente, tanto en la calidad como en la distribución temporal, a la de una vivienda. Las necesidades de iluminación en un centro comercial son elevadas y la demanda de agua caliente sanitaria (ACS en adelante) son bajas. Sin embargo, en una vivienda, este tipo de demanda se invierte, en general, la demanda en los edificios es, básicamente de tres tipos:

- Térmica, para satisfacer los requerimientos de ACS, calefacción y refrigeración,
- Luminosa, para los requerimientos de confort lumínico,
- Eléctrica, para las aplicaciones (diferentes aparatos).

El tipo de energía que se use para satisfacer estas demandas puede ser eléctrica o térmica, y la fuente de energía primaria puede ser fósil, nuclear o renovable.

5.3. MEDIDAS QUE AFECTAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética en la edificación exige alterar el orden de estrategias y proponer un esquema nuevo, donde la mayor parte del confort se consiga principalmente a la forma, la proporción, los materiales y la orientación elegidos, en menor medida, pero de forma atrevida, a los sistemas pasivos, que aprovechan las condiciones climáticas del entorno; y, por último, a los sistemas activos de alta eficiencia alimentados con energías renovables. Basándose en estos principios, la metodología que debe llevar un diseño que quiera ser eficiente energéticamente deberá seguir las siguientes pautas.

- Un estudio climático exhaustivo, con análisis de todas las variables higrotérmicas temperatura, humedad, radiación solar, velocidad y dirección de los vientos dominantes que afectan al proyecto, de forma que desde el primer momento se dispone de datos sobre las variables de las que habrá que actuar, y las que tienen un potencial de aprovechamiento energético.
- Del análisis conjunto de estos datos y el resto de condicionantes, debe surgir la primera idea de cómo adecuar al (programa, forma y lugar). De esta primera fase saldrán ideas que gracias a la comprensión del clima y simplemente con una respuesta sensible a éste, darán lugar a proyectos de baja demanda energética.
- A partir de aquí las estrategias de reducción de la demanda se consiguen con medidas pasivas, soluciones bioclimáticas puntuales que han de incorporarse de manera natural al diseño de edificio.
- El siguiente paso, ha de buscar la máxima eficiencia a través de las medidas activas de ventilación y en los sistemas de climatización. De esta forma se garantiza la minimización del consumo energético del edificio.
- Finalmente, tras haber diseñado un volumen con poca demanda energética para su funcionamiento, y haber previsto los sistemas activos más eficientes para cada situación, se analizarán cuidadosamente las fuentes o recursos locales y las demandas para captar el máximo de la energía necesaria, proveniente de fuentes renovables minimizando las energías fósiles con criterios de máxima eficiencia.

5.3.1. La Ubicación del Proyecto.

La ubicación informara de las condiciones climáticas concretas de la zona y, en particular, la relación del edificio con su entorno inmediato para definir las estrategias que permitan un mejor aprovechamiento de las condiciones ambientales exteriores. Cualquier punto de la tierra, se puede localizar por sus coordenadas globales, denominadas: Latitud (ϕ) y Longitud (L), correspondientes a su paralelo y meridiano respectivamente. La longitud es el ángulo que forma el meridiano del lugar con el meridiano 0º de referencia de Greenwich (Londres) y es de interés para calcular el mediodía local (instante en que el sol tiene la altura máxima)

La ubicación es clave en el comportamiento de un edificio, ya que determina las características climáticas que influyen en él, afectando a las demandas de calefacción, de refrigeración o de iluminación. Dichas condiciones climáticas se pueden dividir en macroclimáticas y microclimáticas.

Las condiciones macroclimáticas dependen de la zona del planeta donde se encuentre el edificio, es decir, dependen de la latitud, la longitud y la región determinada. Las más importantes son:

- Las temperaturas media, máxima y mínima a lo largo del día durante el invierno y el verano.
- La humedad relativa.
- La radiación solar incidente (directo y difuso).

Las condiciones microclimáticas son aquellas que vienen determinadas por la geografía del lugar, como por ejemplo los accidentes geográficos, y que alteran las condiciones macroclimáticas. Las más importantes son:

- La orografía del terreno, que pueden determinar la accesibilidad solar, y la dirección de los vientos dominantes.
- La existencia de masas de agua cercanas, que reducen las variaciones bruscas de temperatura e incrementan la humedad ambiente.
- La existencia de vegetación

Antes de comenzar un proyecto se recomienda identificar estos factores climáticos que afectaran a la edificación, así comenzar el proceso de diseño esquemático, para luego identificar las principales estrategias de diseño apropiadas para el clima local. Es necesario tener la mayor cantidad de información posible al enfrentar este proceso.

Los edificios objetos del presente proyecto, se encuentra ubicada en Barcelona, la cual, según el Código Técnico de la Edificación, y según la clasificación que se hace en el Cuaderno Práctico 3, de la Generalitat de Catalunya sobre la Energía Solar Térmica, corresponde a una zona climática II con la radiación media diaria por zonas de Catalunya en kWh/m². El código técnico de edificación (CTE) que clasifica el territorio español, y asigna las 5 zonas climáticas de España ver (Figura 5.1). Las cuales se han definido teniendo en cuenta la radiación solar global media diaria anual sobre superficie horizontal.

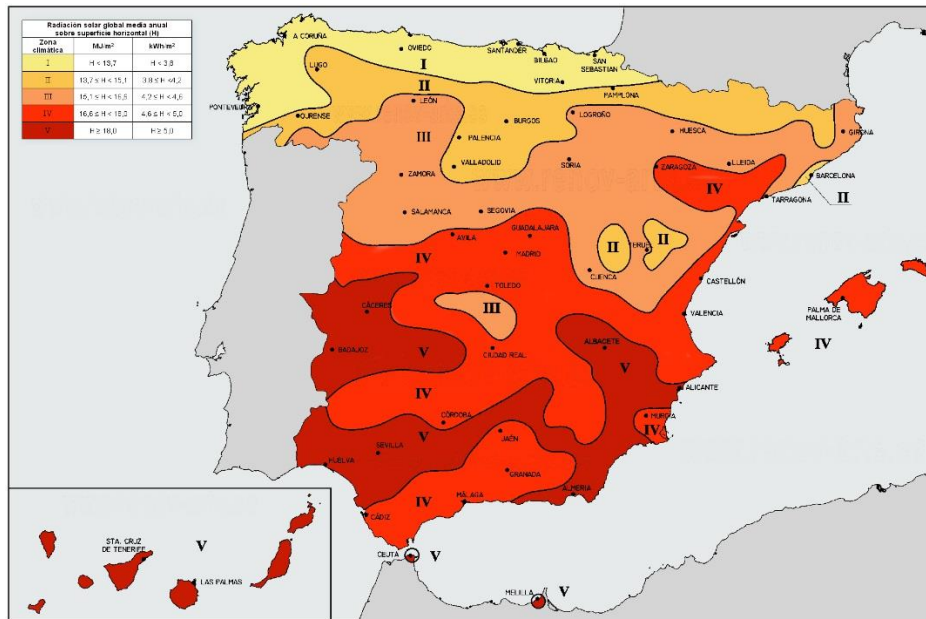


Figura 5.1 Mapa Zonas Climáticas de España

5.3.2. Orientación.

La orientación de los edificios determina en gran parte la demanda energética de calefacción y refrigeración del mismo a futuro. Una buena orientación podría minimizar considerablemente las demandas energéticas a través del control de las ganancias solares.

La orientación del edificio determina la captación de energía solar a través de las superficies de vidrio. En general, en climas continentales en vivienda interesa captar cuanto más energía mejor, ya que ayuda a reducir los consumos de calefacción en invierno. Durante el verano es necesario limitar dicha radiación mediante elementos de sombreado, u otras técnicas para que no se produzcan indeseados efectos de sobrecalentamiento. Las características generales de las principales orientaciones son las siguientes

- **Fachadas Orientación norte:** Sólo recibe radiación solar en algunas horas en verano, y ninguna en invierno. Corresponde a la zona más fría de la casa. Esto es debido a que una fachada orientada al norte recibe la radiación solar durante la mayor parte del día, dependiendo de la latitud en que se encuentre y la época del año, en esta fachada en verano puede utilizarse protecciones horizontales como aleros repisas de luz o cualquier dispositivo de sombreado.
- **Fachadas Orientación sur:** En invierno, la fachada sur recibe radiación solar directamente muchas horas a lo largo del día, mientras que en verano la radiación llega más vertical, y la recibe sobre todo la cubierta. La fachada sur en España recibe aproximadamente tres veces más radiación solar en invierno que en verano. La cubierta por su lado recibe aproximadamente 4,5 veces más radiación en verano que en invierno. Una casa orientada hacia el sur ahorra un 30% de energía. Las ventanas deberían ocupar

un 20% de la fachada sur pero no superar el 60% para no perder energía a través de los cristales. En la cara norte no deberían ocupar más de 10%.

- **Fachadas Orientación Este y Oeste:** reciben 2,5 veces más radiación en verano que en invierno. Las orientaciones este y oeste son conflictivas durante el verano, sobre todo la orientación oeste, pues a partir del mediodía solar recibe una gran cantidad de radiación, difícil de controlar, ya que incide de forma perpendicular sobre la superficie vidriada. Además, durante las horas de la tarde, en verano, la temperatura ambiente ya ha subido de forma considerable, por lo que las condiciones exteriores son más desfavorables. En esta orientación los huecos vidriados deben estar protegidos de la insolación durante el verano. Y por las características geométricas de la incidencia solar, las protecciones horizontales (voladizos, pérgolas vegetales, etc.) son poco efectivas en estas orientaciones, siendo preferibles las protecciones verticales, tales como lamas, árboles o similares.
- **Fachadas de Orientación Sudeste y Suroeste:** reciben una cantidad de radiación similar a lo largo de todo el año. En el proyecto se usó este tipo de orientación y su correcta colocación en los programas LIDER y CALENER VYP proporcionara a los cálculos una mejor calificación energética en la Figura 5.2 muestra la fachada Sur Este del Proyecto.

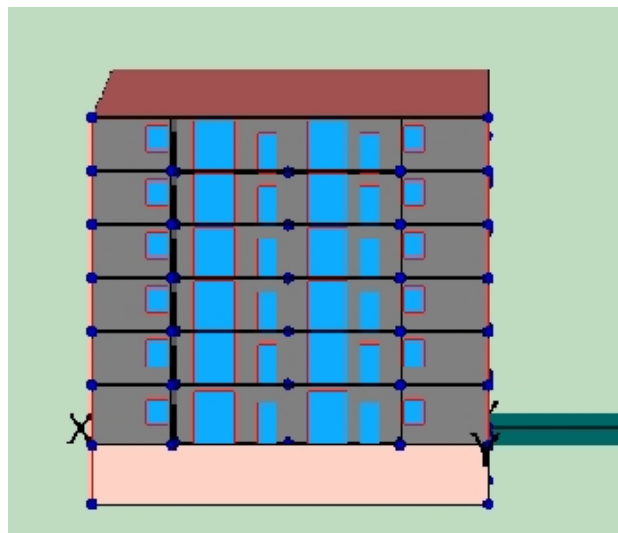


Figura 5.2 Fachada Sur-Este Obtenida del Programa LIDER 3D

El proyecto se diseñó con orientación de las fachadas principales sudeste con un ángulo de inclinación con respecto al norte de 45° . Teniendo mucha influencia el tipo de zona, al estar en Europa una zona templada, la orientación más favorable abarca toda la zona del sur y sudeste buscando la protección de los vientos fríos y la captación de brisas. El documento básico HE establece que la fachadas, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la Figura 5.3. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.

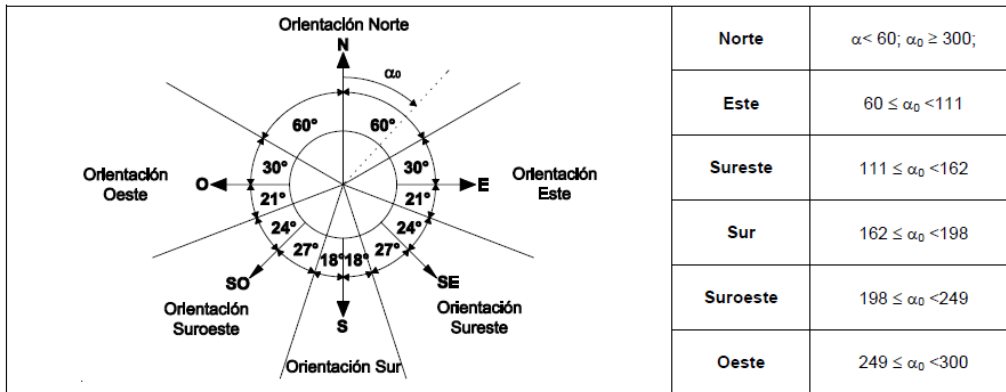


Figura 5.3 Orientaciones de las Fachadas obtenida de las normas DB-HE

5.3.3. Diseño sencillo y compacto del edificio.

Se requiere un edificio de forma compacta, de manera que se reduzca la superficie de la envolvente en relación al volumen del edificio es decir (a menor superficie de envolvente menores pérdidas térmicas), ya que una excesiva cantidad de salientes o zonas con mirador, aumentarían la demanda y el coste energético. Siendo el factor de forma el cociente entre la superficie del edificio y su volumen, cuanto menor sea este, mayor es la capacidad del edificio para retener el calor y por tanto en climas fríos conviene que este factor varíe entre 0,5 y 0,8, mientras que para climas cálidos conviene que sea superior a 1,2. También es conveniente una distribución de espacios adecuada disponiendo al norte las zonas de menor uso como los garajes.

El factor de forma es una ecuación simple que relaciona la superficie envolvente con el volumen envuelto. Un factor de forma bajo significa que el edificio tiene menos pérdidas. A modo de ejemplo para calcular el factor de forma se muestra la Figura 5.4

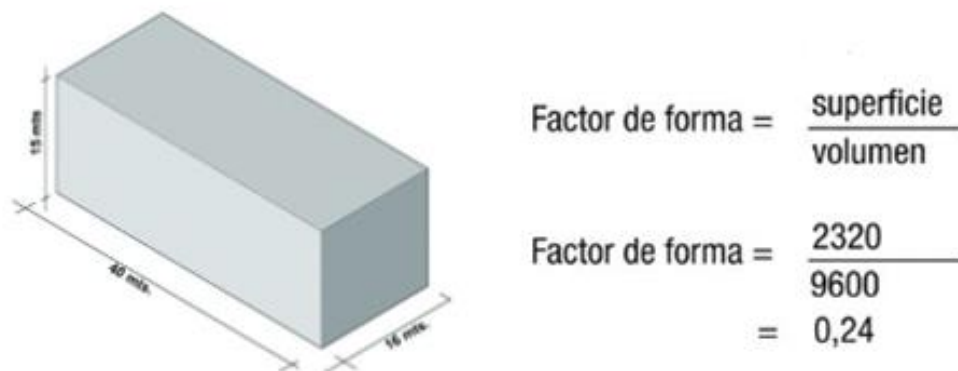


Figura 5.4 Calculo del Factor de forma.

5.3.4. Materiales.

Es evidente que la calidad constructiva afectará directamente al consumo energético. El nivel de aislamiento térmico, la estanqueidad al aire, el tipo de vidrio empleado, los detalles constructivos que eviten los puentes térmicos, etc., determinarán la transferencia de energía entre el edificio y el entorno, y por lo tanto, su demanda energética. En este punto es fundamental hacer un comentario sobre la importancia de la puesta en obra de los elementos y materiales constructivos, ya que unos materiales buenos y costosos, si están defectuosamente colocados, tendrán un comportamiento térmico malo, penalizando a todo el edificio en su consumo energético.

La calidad constructiva viene íntimamente relacionada con las normas de calidad de cada país. Todo producto tiene una norma o ley que regula su fabricación y las características finales que el producto tiene que reunir para que este pueda ser comercializado. De hecho, son dos las exigencias que todo producto debe cumplir, primero están los requisitos mínimos a declarar por el fabricante y que corresponden a la declaración de conformidad CE y Mercado CE y segundo todas las características técnicas que el producto deba de reunir y cumplir según lo establecido en su norma correspondiente y que el fabricante declarará en sus fichas técnicas de producto. Para terminar, la mano de obra, tiene que ser cualificada con personal técnico o personal con experiencia las cuales proporcionan mayor rendimiento y asegura un acabado final del trabajo íntegro para que exista.

5.3.5. Ventilación cruzada.

La ventilación cruzada se genera por una diferencia de presiones. De manera sencilla, cuando sopla el viento, la fachada que está perpendicular a la dirección de éste, estará sometida a mayor presión. La fachada contraria, resguardada del viento, será la que, de las cuatro, tenga menos presión.

Ahora bien, si lo que se quiere es airear la vivienda de forma efectiva, lo que se hace es tratar de abrir una ventana en la fachada por donde suele soplar el viento y otra en el lado opuesto (de ahí el nombre de ventilación cruzada. De esta forma se le permite al aire que pueda circular desde la zona de altas presiones a las de bajas. La orientación del propio edificio es, por lo tanto fundamental para poder conseguirla.

Si el piso en cuestión no tiene ninguna abertura hacia los vientos dominantes, la ventilación cruzada será menos efectiva, cuanto menor diferencia de presiones que se consiga entre fachadas. Lo que ocurre cuando abrimos ventanas sólo en la fachada de los vientos dominantes es que a pesar de que el aire llega correctamente a la vivienda, no conseguimos una buena corriente de aire. Es decir, si se quiere ventilar bien la casa, se tendrá que esperar considerable tiempo a que todo el aire se renueve.

La velocidad de ventilación es importante porque permite hacer una renovación del aire de la vivienda sin que llegue a afectar demasiado en la temperatura de los elementos con alta inercia térmica. Por ejemplo: en invierno con una ventilación rápida del piso, se podrá ventilar rápidamente y, sin embargo, no se perderá la temperatura interior del piso. Esto es porque las paredes no han tenido tiempo de enfriarse, por lo que rápidamente, vuelven a calentar el ambiente.

5.3.6. Permeabilidad.

El código técnico de edificación (CTE) define la permeabilidad al aire, como la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m^3/h , en función de la diferencia de presiones. Es un parámetro que afecta al confort térmico de los espacios habitables

La Tabla 5.1 muestra la nueva redacción del DB H1, que es de obligado cumplimiento desde el 13 de Marzo de 2013, recoge los valores mínimos de permeabilidad al aire de los huecos y de la envolvente térmica. Para ir concluyendo se tomara los valores de permeabilidad dependiendo a la zona de estudio, en este caso en una Zona C y el valor de permeabilidad es menor a $27 \text{ m}^3/\text{h}$

Parametro	α	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno (W/m ² .K)	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire (W/m ² .K)	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,62
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno (W/m ² .K)	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad m^3/h	<50	<50	<50	<27	<27	<27

Tabla 5.1 Transmitancia térmica y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente

UNE-EN 12207 Tiene por objetivo clasificar las ventanas en función de la cantidad de aire que atraviesa la ventana en posición cerrada debido a un diferencial de presión (fuerza de viento). Se clasifica la ventana según clase 0, 1, 2, 3 o 4 siendo la 4 la más estanca. En la Tabla 5.2 se visualiza la relación entre las clases según la norma permeabilidad al aire UNE-EN 12207:

Clase	Permeabilidad al aire a 100 Pa (46 km/h) ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$)	Presión máxima de ensayo Pa (km/h)
0	≤ 50	150 (56 km/h)
1	≤ 27	300 (80 km/h)
2	≤ 9	600 (113 km/h)
3	≤ 3	600 (113 km/h)

Tabla 5.2 Visualiza la relación entre las clases según la norma UNE-EN 12207

Estos datos muestran la cantidad de aire que atraviesa una ventana por tiempo y superficie. A partir de ellos, se podría decir que una ventana clase 4 es el triple de estanca que una clase 3, que es a su vez el triple de estanca que una clase 2 y ésta es aproximadamente el doble de estanca que una clase 1.

5.4. MEDIDAS QUE MODIFICAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PROYECTO DE ESTUDIO.

Las diferentes calificaciones energéticas se consiguen modificando algunas soluciones constructivas y los sistemas energéticos del proyecto. Estas modificaciones, llamadas medidas, se evalúan, primero de forma individual, para ver cómo influyen en la eficiencia energética del edificio, y luego se agrupan formando "Escenarios".

El presente estudio parte de un proyecto definido, no se han modificado la ubicación, orientación, volumen, coeficiente de forma del edificio o la situación de las viviendas en el bloque. Que ya fueron explicados anteriormente en el capítulo 5.3. Estos cambios podrían significar mejoras sustanciales en la calificación energética.

Las medidas seleccionadas son soluciones constructivas y sistemas energéticos habituales en edificios residenciales en Barcelona. Se eligen en función de: la adecuación al proyecto y a la zona climática, la relación coste-beneficio, las soluciones constructivas y las instalaciones aportadas por los promotores del estudio y la normativa vigente. Estos cambios vendrán definidos en las medidas pasivas y las medidas activas.

5.4.1. Medidas Pasivas.

Las "viviendas pasivas" reciben este calificativo porque su climatización se basa en diversas estrategias de diseño, como la ventilación natural, la orientación solar o los materiales de aislamiento eficientes.

En este apartado se colocaran todas las medidas pasivas que se modificaran en el proyecto siempre siguiendo los valores límites, reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía, que está comprendido en el documento básico (DB) que corresponde con las exigencias básicas HE-1 a HE-5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica de ahorro de energía. Para esto se han definidos unas series de medidas pasivas que se desarrollaran a continuación.

Cerramientos Horizontales y Verticales.

Uno de los puntos más importante son las fachadas y los forjados, a esto se le denominan cerramientos verticales y horizontales. En este proyecto de investigación el aislamiento para los cerramientos es de Lana Mineral. (LM). Para determinar cambios en las envolventes térmicas se evaluarán valores de espesor LM entre 4 cm a 8 cm. En la Tabla 5.3 se dará diferentes propuestas para los espesores del aislamiento, y muestra la nomenclatura que adoptara dicha medida según la calificación que se pretende obtener, también se muestra el elemento evaluado y su transmitancia U (muro cubierta y forjado).

Propuestas	Espesor LM Forjado (Cm)	Espesor LM Muro (Cm)	U.muro M1 del Proyecto	U.cubierta Proyecto	U forjado Proyecto
Envolvente B	6	6	0,43 W/m ² ·K	0,41W/m ² ·K	0,73 W/m ² ·K
Envolventes A	8	8	0,35 W/m ² ·K	0,41 W/m ² ·K	0,53 W/m ² ·K
Envolvente C-D	4	4	0,59 W/m ² ·K	0,41 W/m ² ·K	0,89 W/m ² ·K

Tabla 5.3 Propuestas Pasivas sobre la envolvente.

Marco y Ventanas (cerramientos transparentes)

Las ventanas son uno de los puntos más débiles del aislamiento térmico de las viviendas, tanto en invierno (por la pérdida de calor), como en verano (por las ganancias directas y las derivadas del efecto invernadero). Por ello, el Código Técnico, en el documento HE de Ahorro de Energía, marca unos valores límite de transmitancia ($U \leq 2.70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) y permeabilidad al aire ($P \leq 27 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$, clase 2 o superior) y unas recomendaciones del factor solar modificado ($F_m \approx 0.56$). En el cálculo de estos valores influyen tanto la parte acristalada como el marco, por lo que se explica las propiedades y características de cada uno de ellos y ver cómo afectan al resultado global.

El marco es la parte ciega de la ventana, sirve de soporte al acristalamiento y ocupa entre un 20% y un 35% del hueco, según el tamaño del mismo y del material del que esté hecho. Los datos más relevantes para el marco son transmitancia, permeabilidad y absorptividad.

La transmitancia (cantidad de calor que se pierde por el marco) depende fundamentalmente del material del marco y de su sección, y siempre se busca el valor más bajo posible. Hoy en día lo habitual son las carpinterías de aluminio (con y sin rotura de puente térmico) madera o PVC. El valor máximo no debería superar $3.0 - 3.2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ para cumplir fácilmente con la limitación de la transmitancia del conjunto del hueco. En la Tabla 5.4, aparecen diferentes tipos de marco y el material que lo comprende y se puede observar el valor aproximado de transmitancia $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ del material.

Transmitancia U [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$] según el material del marco				
Metálico sin RPT $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	Metálico con RPT $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	Madera $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	PVC $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	KÖmmerling EuroFutur Elegance $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$
5.7	2.3 – 4.0	2.1 – 2.4	1.8 – 2.2	1,3

Tabla 5.4 Materiales del Marco y su transmitancia $U = \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$

- **Metálico:** Normalmente fabricados en aluminio o acero. Tienen una transmitancia térmica aproximadamente $5.7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, un valor elevado que hace que en algunos lugares no se pueda cumplir el CTE. No son eficientes en términos de aislamiento.
- **Metálico con RPT:** La rotura de puente térmico consiste en la incorporación de elementos separadores con baja conductividad térmica separando así el interior del exterior. Los valores de transmitancia térmica van desde los 4.0 hasta los $3.20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, por lo que tampoco son extremadamente aislantes.
- **Madera:** Debido a su propia naturaleza proporcionan buenos niveles de aislamiento llegando a tener una $U=2.2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Su principal inconveniente es el mantenimiento.
- **PVC:** Este tipo de carpinterías generalmente está formado por 2 o 3 cámaras ofreciendo un comportamiento de primer orden. Los valores de transmitancia están en torno a $1.8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- **KÖmmerling EuroFutur Elegance:** tiene un valor de aislamiento de $U=1.3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, un aislamiento insuperable gracias a su cierre hermético y sus cinco cámaras de aislamiento.

Un factor importante en el marco es la absorptividad α (cantidad de calor que absorbe el marco y luego transmite al interior) depende del color de la carpintería, y aunque en una reforma suele estar condicionado por el de las ventanas del resto del edificio (si bien el aluminio con RPT permite colores distintos al interior y al exterior), hay que saber que los colores claros tienen poca absorptividad y son buenos para climas cálidos, mientras que los colores oscuros son interesantes para climas fríos. La Tabla 5.5 nos ofrece una variedad de colores que unido a la intensidad (claro medio u oscuro) de dicho color determina la absorptividad del marco, fijándonos para colores blancos y claros, el $\alpha=0,2$ y para colores oscuros como azul, la $\alpha=0,95$.

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,2	0,3	---
Amarillo	0,3	0,5	0,7
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,5	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,8	0,9
Verde	0,4	0,7	0,88
Azul	0,5	0,8	0,95
Gris	0.40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Tabla 5.5 Absorptividad del Marco (α), Obtenida del Código Técnico, en el documento HE de Ahorro de Energía.

El acristalamiento es la parte transparente de la ventana, formada generalmente por dos vidrios separados por una cámara de aire y que ocupa entre un 65% y un 80% del hueco, por lo que es la más determinante de las propiedades. Los datos que se evalúan en el cristal son la transmitancia y su factor solar.

La transmitancia depende del espesor de la cámara de aire y del tipo de vidrio utilizado (normales o bajo emisivos). El grosor de la cámara debe ser de aproximadamente 17 mm, ya que es cuando funciona y reduce al máximo la transmitancia; si sustituimos el aire de la cámara por un gas inerte como el argón también reducimos la transmitancia. Respecto al tipo de vidrios utilizados, los vidrios bajo emisivos (b.e) reducen notablemente la transmitancia del acristalamiento, consiguiéndose valores inalcanzables con el aumento de la cámara de aire. En la Tabla 5.6 muestran diferentes tipos de ventanas y la transmitancia que genera.

Transmitancia U [W/m ² ·K] según composición del acristalamiento						
Sencillo	Doble 4/6/6	Doble 4/9/6	Doble 4/15/6	Doble 4/6/6 b.e.	Doble 4/9/6 b.e.	Doble 4/15/6 b.e.
6						
5.7	3.3	3.0	2.7	2.4	1.9	1.4

Tabla 5.6 Composición de Acristalamiento en U=W/m²·K

Para finalizar con lo propuesto anteriormente todas las medidas pasivas que se pueden adoptar para el grupo de cerramientos transparente, se comienzan a ajustar estos valores de transmitancia (marco y ventana) para modificar la certificación energética del edificio, en la Tabla 5.7 muestra las propuestas (ventanas calificación B, Ventanas calificación A Ventanas Calificación C-D), y el tipo de cristal con las característica de este, luego el marco con sus características, estos dos forman los cerramientos transparentes, por último la permeabilidad que se obtienen de catálogos de los fabricantes.

Propuestas	Ventanas			Marco			Perm eabilidad
	Tipo de Acristalamiento	Transmitancia W/m ² K	Factor solar "g" adimensional	Material del Marco	Marco W/m ² K	α	
Ventanas-Calificación B	Balconera 8-12-6 Ventanas 8-12-4	2,8	0,59	Metálico con RPT	3,3	0,3	9
Ventanas-Calificación A	Vidrio bajo emisivo	2	0,59	Madera	2	0,3	9
Ventanas-Calificación C-D	Balconera 6-10-4 Ventanas 6-10-4	3,3	0,7	Metálico sin RPT	4,3	0,3	≤27

Tabla 5.7 Propuestas Pasivas sobre los cerramientos transparentes.

Una de las variantes de esta tabla 5.7 es el Factor solar. Está relacionado con la cantidad de radiación que entra al edificio. A mayor factor "g" del vidrio, mayor factor solar. La expresión "este vidrio posee un factor solar del 70%" significa que únicamente deja pasar el 70% de la energía solar. Por eso, cuanto menor es el porcentaje de factor solar "g" de un cristal, mayor es la protección que proporciona frente a la energía solar. En la Figura 5.6 se muestra el cristal de una ventana, y se observa como los rayos del sol atraviesa el cristal (energía transmitida) que junto con la energía reemitida de la cámara de aire conforma el factor solar "g"

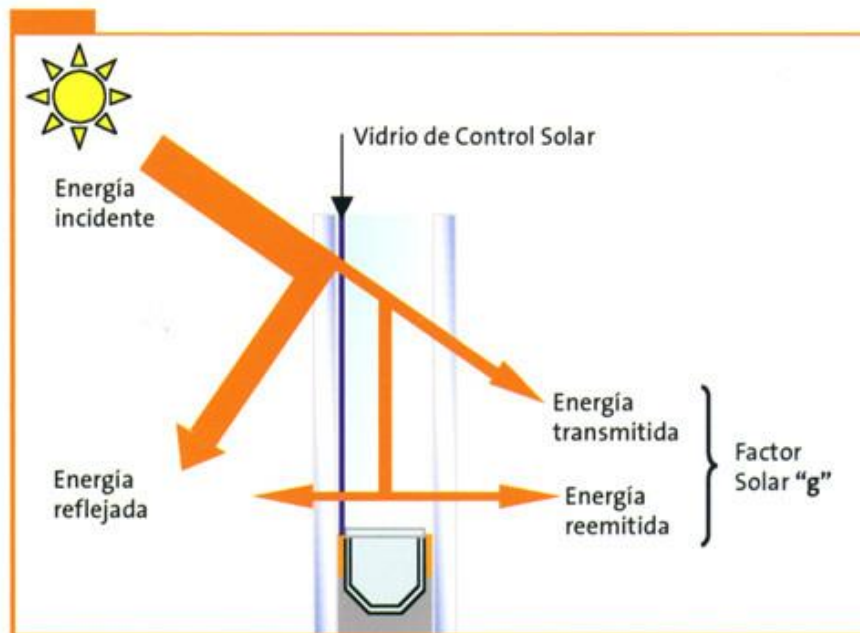


Figura 5.6 Factor Solar "g"

Ventilación por Renovaciones de Aire

Para tener una vivienda confortable y saludable para sus ocupantes es necesario renovar el aire interior con cierta frecuencia o, lo que es lo mismo, ventilar. Pero al mismo tiempo esa operación en las viviendas cuesta energía.

La ventilación o renovación de aire consiste en reemplazar gradualmente el aire viciado o contaminado de una estancia, por aire nuevo, fresco. La ventilación se puede realizar de forma natural por viento o movimientos térmicos de aire, o de forma mecánica a través de ventiladores.

Dentro del marco Español, las nuevas directrices europeas de eficiencia energética, han establecido que se han de reducir drásticamente los consumos energéticos. El primer paso viene dado por una mejora sustancial de los niveles de aislamiento tanto en muros como en ventanas y cerramientos, evitando que el aire exterior pueda filtrarse en las viviendas como lo hacía antes. Este dato es positivo a nivel energético, pero la amenaza más importante de aislar bien una vivienda es que se convierte en una burbuja que acumula sustancias nocivas y acaba no siendo habitable para el humano

Una de las exigencias más importantes fue la mejora a aplicar en la calidad de los aislamientos de los edificios, dando lugar a cargas térmicas inferiores, pero también a una hermeticidad de las envolventes más alta. Esto crea la necesidad de renovar el aire interior para mantener el nivel de salubridad de los espacios interiores de los edificios. A priori, estos dos hechos plantean una contradicción entre evitar la influencia del exterior incrementando los aislamientos e introducir aire del exterior en unas condiciones diferentes a las del interior.

Por este motivo, se refuerza la idea de que la renovación de aire se ha de hacer de una manera inteligente, y que a pesar de que la ventilación de un edificio suponga un consumo de energía, el balance entre la mejora conseguida con los aislamientos y el coste extra por ventilación, arroje un beneficio importante con respecto a una vivienda que no disponga de las mismas calidades de construcción y aislamientos.

El número de renovaciones de aire interior del proyecto se determina según el criterio de normativas marcadas. El edificio dispone de un sistema de entrada de aire que ofrece un mayor nivel de estabilidad energética. En este proyecto todos los cálculos para la renovación de aire está desarrollado por la empresa INCASOL que proyectan todos sus edificios bajo su propio sistema de renovación de aire diseñados por ellos y no pueden ser publicados, por eso solo se dirá que factor de renovaciones/hora de 0,4 para este proyecto. En la Tabla 5.8 se exponen las propuestas de renovación de aires para alcanzar certificación A y B que se proponen renovaciones/hora de 0,4 y para certificación C y D se propone renovaciones/hora de 0,7.

Propuestas para la Ventilación	Renovaciones de aire interior
Renovación A-B	0,4
Renovación C-D	0,7

Tabla 5.8 Propuestas Pasivas Renovaciones de Aire.

5.4.2. Medidas Activas.

En términos generales las medidas activas, definirán todos aquellos equipos y componentes del sistema que funcione con fuentes de energía o de la utilización de diferentes tipos de combustibles (electricidad, gas natural etc.) y el aumento del porcentaje de la demanda de ACS cubierta por energía solar térmica.

Equipos.

Las calderas son equipos de calefacción en los que el aporte de calor proviene de la combustión de diferentes combustibles, los más habituales, ordenadas de menor a mayor consumo, calderas de combustibles sólidos (leña, pellets, biomasa), combustibles gaseosos (gas natural), combustibles líquidos (gasoil), o calderas de energía eléctrica. Este aporte de calor se aprovecha para calentar un fluido, que generalmente es agua, y que va a realizar un recorrido a través de un sistema de distribución para el calentamiento de la estancia o vivienda. Estos

equipos alcanzan rendimientos del 90%. En la Figura 5.7 muestra un sistema de calderas con su circuito de agua caliente hacia los radiadores y su retorno de agua fría.

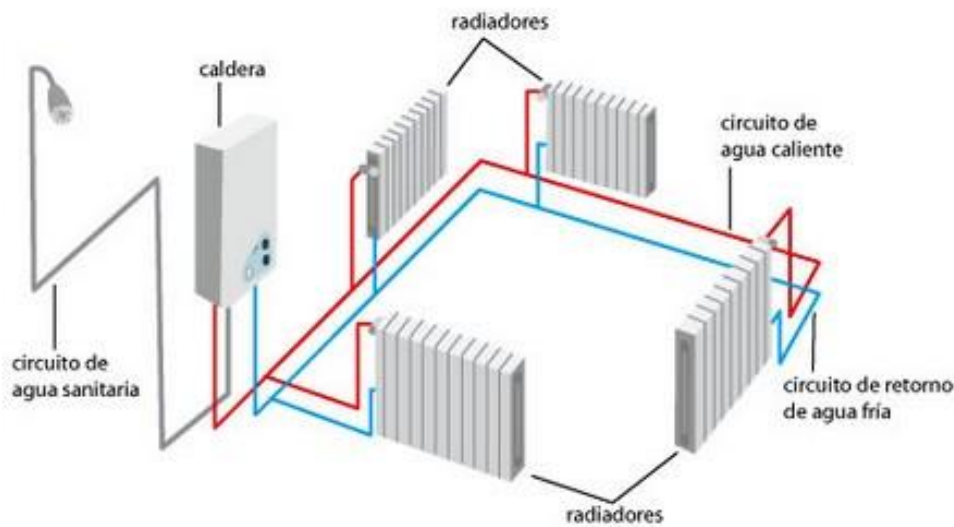


Figura 5.7 Sistema de Caldera con radiadores

Los sistemas de distribución más habituales para las calderas convencionales son:

- Radiadores: elementos que intercambian el calor entre el agua caliente y el espacio que se va a calentar.
- Suelo radiante: en este sistema de distribución los radiadores se sustituyen por un sistema de tubos que se colocan por debajo del suelo, y por ellos circula el agua caliente. En este caso el suelo se convierte en emisor de calor. Este sistema no requiere temperaturas del agua tan elevadas y distribuye homogéneamente el calor por lo que es más eficiente.

Primero se establece un primer grupo en función de la capacidad o no del equipo para la producción simultánea de calefacción y ACS. En el caso en el que estos dos servicios se concentren en un único equipo se denomina equipos "Mixtos". Un claro ejemplo son las calderas mixtas de gas natural presentes en multitud de viviendas hoy en día. Por otra parte, se habla de equipos simples, necesitando de dos equipos, uno para el sistema de calefacción, por ejemplo una caldera de gasoil, y otro para la producción de ACS, por ejemplo un termo eléctrico.

Con respecto a los equipos de producción de ACS, dependiendo del caudal necesario (número de baños principalmente) se podrá seleccionar entre equipos con acumulación, que permiten un caudal constante en varios puntos al mismo tiempo, o equipos sin depósito de acumulación, o instantáneos, con el inconveniente de tener una reducción de caudal ante un uso simultáneo y la ventaja de un menor consumo.

La eficiencia de las calderas viene marcada por los diferentes tipos de tecnologías que pueden incorporar. Por ejemplo, pueden nombrarse las calderas de baja temperatura, equipos preparados para trabajar a una temperatura menor que la convencional y lograr así un mayor rendimiento. Dentro de esta tipología están las

calderas de bajo NOx, calderas que emiten una cantidad de gases de combustión reducida y que son obligatorias en aquellas calderas que tengan el conducto de salida en la fachada. Por último, cabe destacar las calderas de condensación, las de mayor rendimiento, que aprovechan el calor de los humos de combustión y, normalmente, también son de bajo NOx. El inconveniente de este tipo de calderas además de su elevado precio (amortizable en una media de 5 años) es la necesidad de disponer de una salida de desagüe que en ocasiones supondrá la realización de una pequeña obra. En la Tabla 5.9 muestra diferentes tipos de caldera con su capacidad y rendimiento.

Parámetros		Características técnicas
Calefacción (caldera)	Termo eléctrico	Capacidad total= 2,6 kW; Rendimiento nominal= 0,92
	C. gasoil	Capacidad total= 30,2 kW; Rendimiento nominal= 0,88
	C. estándar GN	Capacidad total= 31,4 kW; Rendimiento nominal= 0,92
	C. baja temperatura GN	Capacidad total= 32,0 kW; Rendimiento nominal= 0,95
	C. condensación GN	Capacidad total= 31,4 kW; Rendimiento nominal= 0,98
	C. Biomasa	Capacidad total= 23,2 kW; Rendimiento nominal= 0,91

Tabla 5.9 Tipos de calderas en el mercado muestras sus capacidades en kW y el rendimiento.

Para adquirir la mejor caldera, aunque es más caras es preferible optar por calderas de condensación o baja temperatura, que son más eficientes. Otro factor a tener en cuenta es que tenga modulación de la llama automática. Para la certificación A de este proyecto se plantéate instalar suelo radiante a la vivienda en vez de radiadores, se ganará en confort y se ahorra energía. En la Tabla 5.10 muestra el nombre que se le da a las calderas que se usaran en el cálculo de los escenarios y presenta una nomenclatura que al final representa el escalón de certificación energética a alcanzar, la segunda columna el combustible a utilizar y la última columna la nomenclatura que se determina en el programa informático CALENER

Propuestas para los Equipos	Combustible	Calderas con terminología (CALENER)
Caldera de Condensación Sistema 0 Calificación B	Gas Natural	EQ_Caldera Condensación
Caldera de Condensación Sistema 1 Calificación A Suelo radiante	Gas Natural	EQ_Caldera ACS convencional
Caldera de Estándar Sistema 2 Calificación C	Gas natural	EQ_Caldera Estándar
Caldera de Estándar Sistema 2 Calificación D	Termo Eléctrico	EQ_Caldera Estándar

Tabla 5.10 Propuestas Activa Para los Equipos a utilizar

Demanda de Agua Caliente Sanitaria ACS.

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. En las Tabla 5.11 se indican, para cada zona climática y diferentes niveles de

demanda de agua caliente sanitaria (ACS) a una temperatura de referencia de 60 °C, la contribución solar mínima anual: Para este proyecto se cuenta con una demanda de 3000l/d y la zona climática es la 2 obteniendo como contribución solar mínima de 30%.

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

Tabla 5.11 Contribución Mínima solar por Zona. Obtenida del (DB)

Debido a que los dos edificios disponen de la misma demanda de ACS y tienen la misma orientación, solo se justifica las instalaciones de un edificio, entendiéndose que es la misma que el otro, ya que la solución propuesta es la misma en ambos casos.

Se proponen captadores solares planos situados en el tejado del edificio, y acumulación de inercia centralizada en su planta bajo cubierta. Debido a que la instalación es exclusivamente para producción de ACS el número de captadores que se pueden conectar en serie corresponde a una superficie de captación de 8 m². Los captadores solares tendrán un circuito cerrado primario que los conectará con un intercambiador de calor, del que también saldrá un circuito cerrado secundario hasta cada vivienda.

La fuente de energía secundaria en cada vivienda se efectuará a través de una caldera a gas natural para piso, que aportará la energía necesaria para que el agua sanitaria en su salida pueda llegar a un valor prefijado. A fin de disipar los excedentes de calor de la instalación

Una vez explicado algunos factores de contribución térmica sobre el proyecto se definen las medidas que afectarán a la certificación energética serán propuestas en la Tabla 5.12. Las cuales muestran las propuestas que se usarán para la construcción de escenarios, luego el caudal que presenta el proyecto, la demanda de energía expresada en Kwh/año, la demanda de ACS que será cubierta por energía solar que para el proyecto de estudio es un 50% y la última columna la cantidad de energía que ahorra el edificio.

Propuesta Energía solar	Caudal Total calculado por el CTE	Demanda energética del proyecto	% Demanda de ACS cubierta con energía solar térmica	Contribución solar Mínima
Proyecto Modelo ACS A-B	3080 l/d	43034 Kwh/año	50%	21517 Kwh/año
Propuesta ACS "C-D"	3080 l/d	43034 Kwh/año	30% (mínimo por norma)	12910 Kwh/año

Tabla 5.12 Propuestas Activas % de demanda Cubierta de ACS por energía térmica

5.5. CONCLUSIONES DE LAS MEDIDAS QUE MODIFICAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

En definitiva este capítulo se ha dado herramientas y metodologías que permitan a arquitecto, investigadores e ingenieros tomar decisiones para mejorar su certificación energética para su vivienda o a nivel profesional. Además se ha profundizado en realizar un cambio constructivo con la idea de "invertir la pirámide", esto viene de que antiguamente se dejaba el confort energético en manos de los sistemas de refrigeración y calefacción que poseía la vivienda. Ahora este factor se dejara de último. Esta investigación establece primero y primordialmente que el proyecto este influenciada por la (ubicación, orientación, materiales, diseño y permeabilidad), luego las medidas pasivas constructivas del edificio (aislamientos, ventanas etc.) y por último a los sistemas de refrigeración y calefacción (equipos).

En conclusión se ha podido establecer medidas pasivas y activas con nomenclaturas intuitivas, ya que se indican por las letras (A-B-C-D). Estas medidas jugaran un roll en la construcción de escenarios en el capítulo 7 debido, que se combinaran medida pasiva y activa para alcanzar mejores certificaciones energéticas en el edificio Este capítulo, logró establecer estudios y herramientas que ayudaran a ingenieros a arquitectos, e investigadores a escoger y decidir entre las mejores alternativas para el proyecto que deseen realizar.

6. ESTUDIOS PARAMÉTRICOS Y ESCENARIOS QUE MODIFICAN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

6.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se inicia con los estudios paramétricos de diferentes variantes como son (renovaciones de aire, envolventes, ventanas, equipos). La evaluación de estas 4 variables nos permitirá conocer que impacto posee de manera individual cada una de ellas sobre la certificación energética. Estos estudios paramétricos junto con la investigación de (García-Navarro, 2014) se podrán usar como indicativos para tomar la mejor decisión para construir los escenarios del capítulo

Finalizando este capítulo se mostrar en una gráfica con las 4 variantes y los resultados que se obtuvieron de cada uno de ellas, con esto se logra ver de manera sencilla y comparar que variante impacta sobre la certificación energética.

6.2. ESTUDIOS PARAMÉTRICO (E.P) QUE MODIFICAN LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

Para el estudio paramétrico se trabajaran con 4 variables las cuales son (las de renovaciones de aires, las envolventes, los cerramientos semitransparentes que son las ventanas y marco y por último el sistema o equipos). A continuación cada uno de los apartados, desarrollaran dicho cálculos para cada elemento. Lo que se quiere es evaluar cada variable sin tocar ningún otro aspecto del proyecto, así se podrá verificar como afecta este elemento sobre el proyecto.

6.2.1. E.P para las Renovaciones de Aire

El primer elemento a estudiar fueron la renovaciones de aire, para ello se consideran sobre este elemento 4 variables de renovación que son (0,1- 0,4 -0,7 y 1) en renovaciones/hora. Con cada una de ellas se calculara el certificado energético del proyecto, sin tocar ningún otro aspecto ni elemento constructivo. Los resultados del estudio se pueden ver en la Figura 6.1 donde se compara el dióxido de carbono kgCO_2/m^2 año por cada una de la variable que se evaluó.

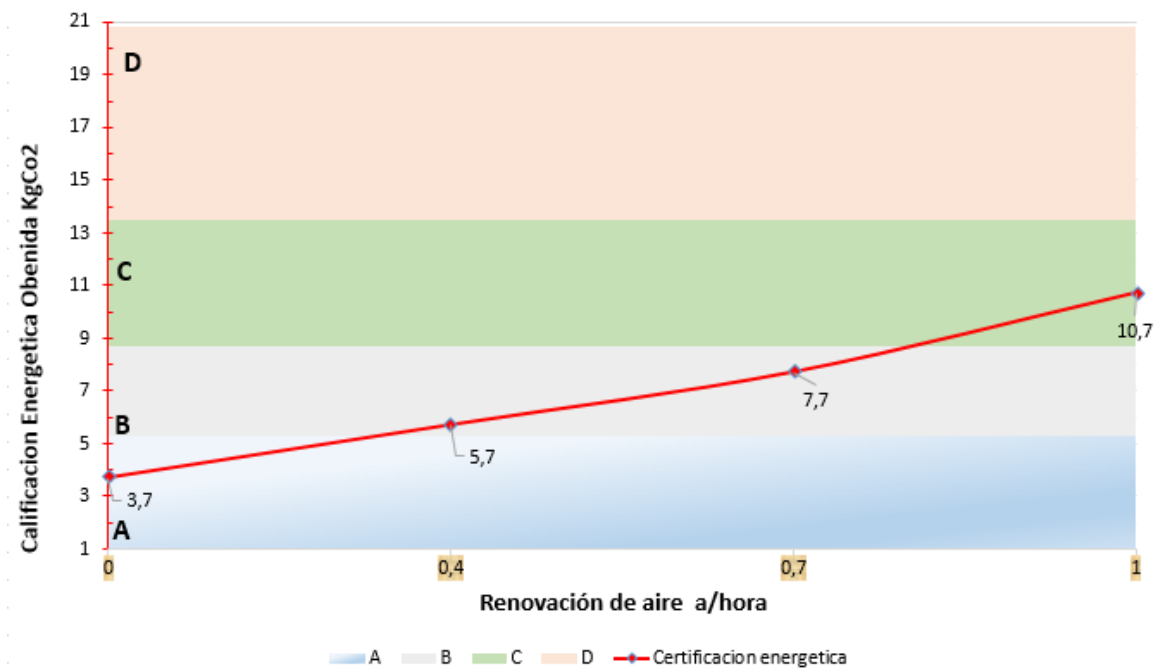


Figura 6.1 Renovación de aire vs Calificación energética.

Como se puede observar las renovaciones de aire en un edificio tiene un gran impacto en el cálculo de la calificación energética ya que solo modificando las renovaciones de aire, obtuvimos diferentes calificaciones. La calificación A produce $3,7 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$, Obtuvimos dos calificaciones B con $5,7$ y $7,7 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ y por ultimo con una calificación C de $10,7 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$.

Por último considerando la mejor variable de 0,1 renovaciones /hora vs la peor variable de 1 renovación/hora se puede apreciar el gran impacto que tiene esta al aumentar casi 7 puntos en la calificación energética de 3,7 kgCO₂/m² año se obtuvo 10,7 kgCO₂/m² año

6.2.2. E.P Envoltentes.

El segundo elemento a estudiar son las envoltentes en (Muros y Forjados) del proyecto, para ellos solo se considera como variable el material de aislamiento, ya que el caso de estudio parte de que el espesor del material aislante es 6cm para los dos elementos, lo que se buscara será reducir o aumentar esta variable. Los casos considerados fueron de (2cm-4cm-6cm-8cm) de Lana Mineral. A partir de estos, se puede relacionar la certificación energética en kgCO₂/m² año y los espesores de las envoltentes del edificio como se muestra en la Figura 6.2.

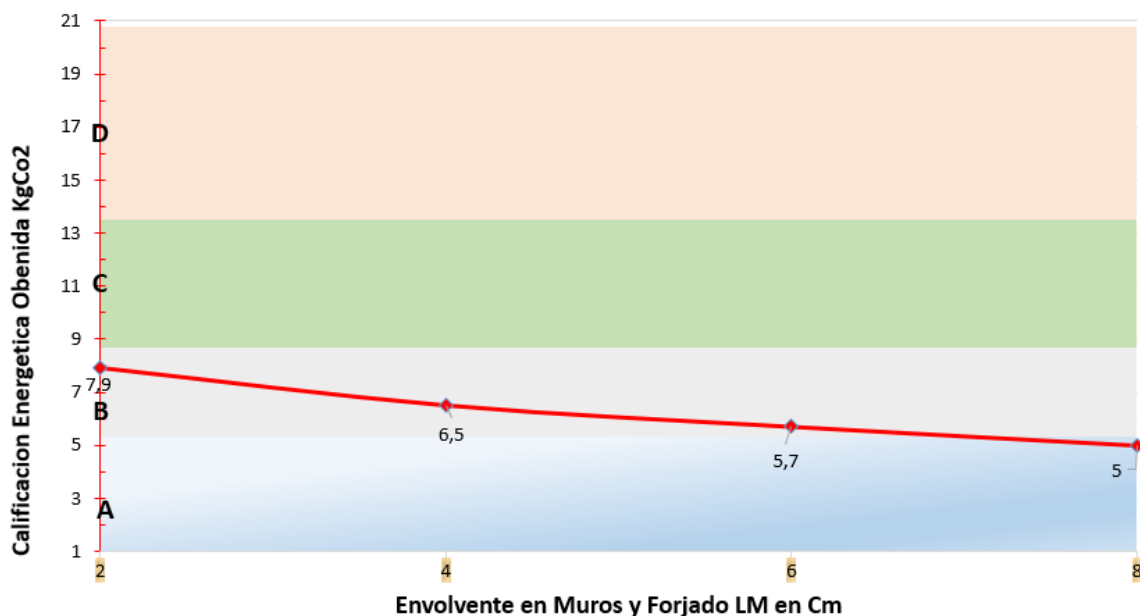


Figura 6.2 Envoltentes térmicas (cm) vs Calificación energética kgCO₂/m² año.

Como se observa en el gráfico las envoltentes a medida que se pierde el aislamiento térmico los kgCO₂/m² empiezan a aumentar. El consumo de CO₂ no tiene un gran orden de magnitud si se compara con las renovaciones de aire. El escalón A se alcanza en este caso colocando 8cm de aislamiento y produciendo 5 kgCO₂/m² año. Es importante decir que se logra esto debido a que el valor anterior está cercano a la franja entre una A y una B, por lo cual, no significa que por tener este espesor conseguimos esta calificación.

Por último se considera la mejor variable de 8cm de aislamiento vs la peor variable de 2 cm produce una generación de CO₂ al ambiente de 2,9 kgCO₂/m² año. A modo de conclusión se puede decir que un cambio de espesor en las envoltentes no significa un gran impacto para la certificación energética pero sí puede representar un gran costo por el material y su colocación.

6.2.3. E.P Ventanas y Marco.

Las ventanas (marco y cristales) son uno de los puntos más débiles del aislamiento térmico de las viviendas, por este motivo será el tercer valor a considerar en el estudio paramétrico. En el cálculo de estos valores influyen tanto la parte acristalada como el marco, por lo que se toman las propiedades (U_{cristal} , U_{marco}) y comprender cómo afectan esto al resultado global, para calcular lo que afecta estos elementos a la certificación energética, se tomara la misma transmitancia ($U_c = U_m \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) para los dos elementos evaluados el cristal el marco, las 4 variables a tomar son (2.0, 2.5, 3.0, 3.5) $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$. Los resultados del cálculo se pueden ver en la Figura 6.3 donde se compara el dióxido de carbono $\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \text{ año}$ por cada una de la variable de transmitancia $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ que se consideran en este apartado.

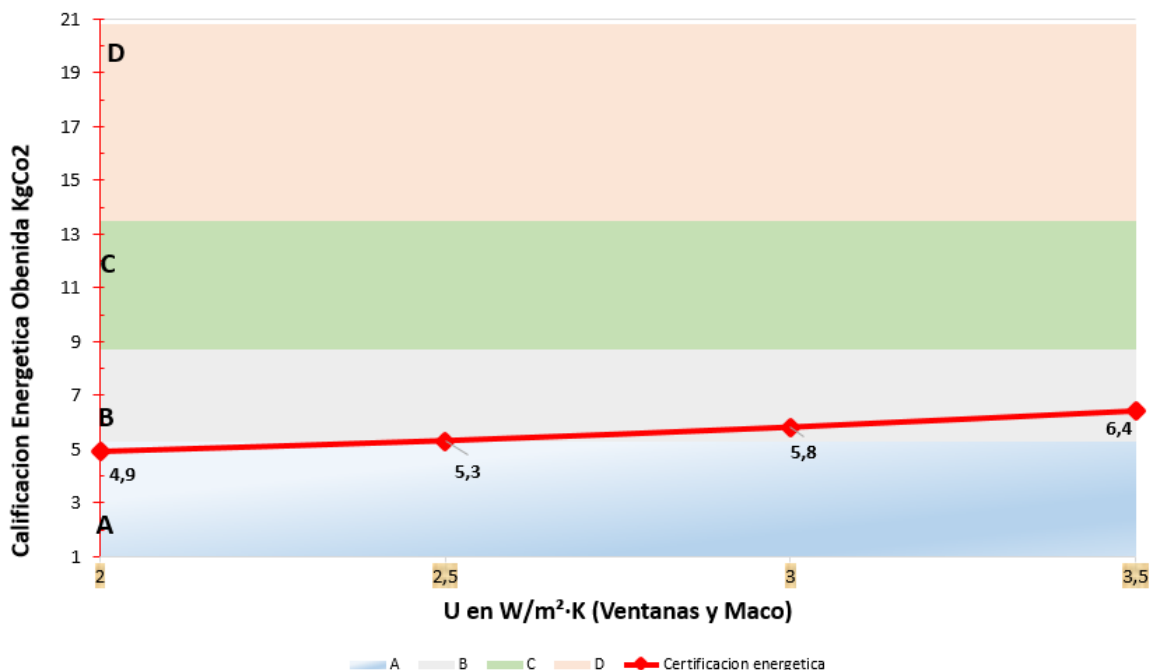


Figura 6.3 Transmitancia Térmica ($U \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) vs Calificación energética ($\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \text{ año}$).

Como se puede observar la transmitancia térmica en marcos y vidrios, casi no afecta a la certificación energética solo con un parámetro aproximado $0,5 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2 \text{ año}$, por cada escalón que se considera. De los 3 parámetros evaluados hasta ahora es la que menos afecta.

Tomando el mejor valor $U=2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ comparándolo con el mayor transmitancia $U=3,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ el impacto que genera en CO_2 es de un 1,5ptos en la calificación energética, es decir solo de una transmitancia a otra se calcula que se produce $1,5 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2 \text{ año}$.

6.2.4. E.P Equipos.

El último valor paramétrico, pretende ser el más determinante. Para este apartado se evaluó diferentes equipos con su respectivo combustible, entre los equipos que se emplearon fueron (Biomasa área cubierta (60% biomasa y 40% cubierto de gas natural) por caldera de condensación, caldera condensación con radiadores de gas, caldera Eléctrica con radiadores eléctricos). Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 6.4 donde se compara el dióxido de carbono kgCO_2/m^2 año por cada una de los equipos que se explicó en este apartado.

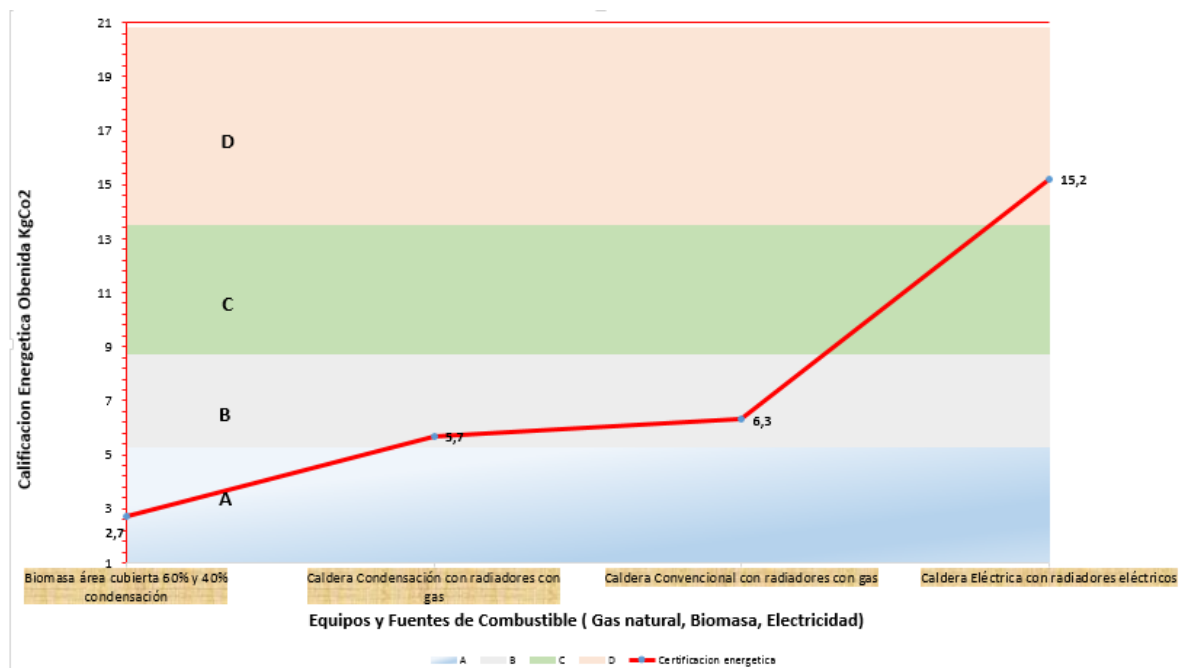


Figura 6.4 Equipos vs Calificación energética kgCO_2/m^2 año.

Como se puede apreciar el uso de energías renovables como biomasa son altamente compensadas en la herramienta informática usada CALENER VyP y pasa lo contrario con equipos que utilizan electricidad penalizando a la calificación energética hasta alcanzar una D.

Si se considera el mejor resultado de $2,7 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ año y el peor de $15,2 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ año. se puede apreciar que es el mayor impacto en el certificado energético, ya que saltar de una letra A a una D genera $12,5 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ año al ambiente.

En la Figura 6.5 se busca mostrar las 4 variables estudiadas anteriormente del estudio paramétrico, se presenta una gráfica de barras en 3D, que muestre los valores que generan más CO_2 , en el eje "Y" están los valores obtenidos de la clasificación energética, los valores en X donde están las 4 variables estudiadas (renovaciones de aires, envolvente, transmitancia térmica de marco y cristales y equipos). Para terminar los valores en "Z" corresponden a los valores usados para el cambio de la certificación energética para cada variable por ejemplo en renovaciones de aires (0,1-0,4-07-1) se representan en color azul.

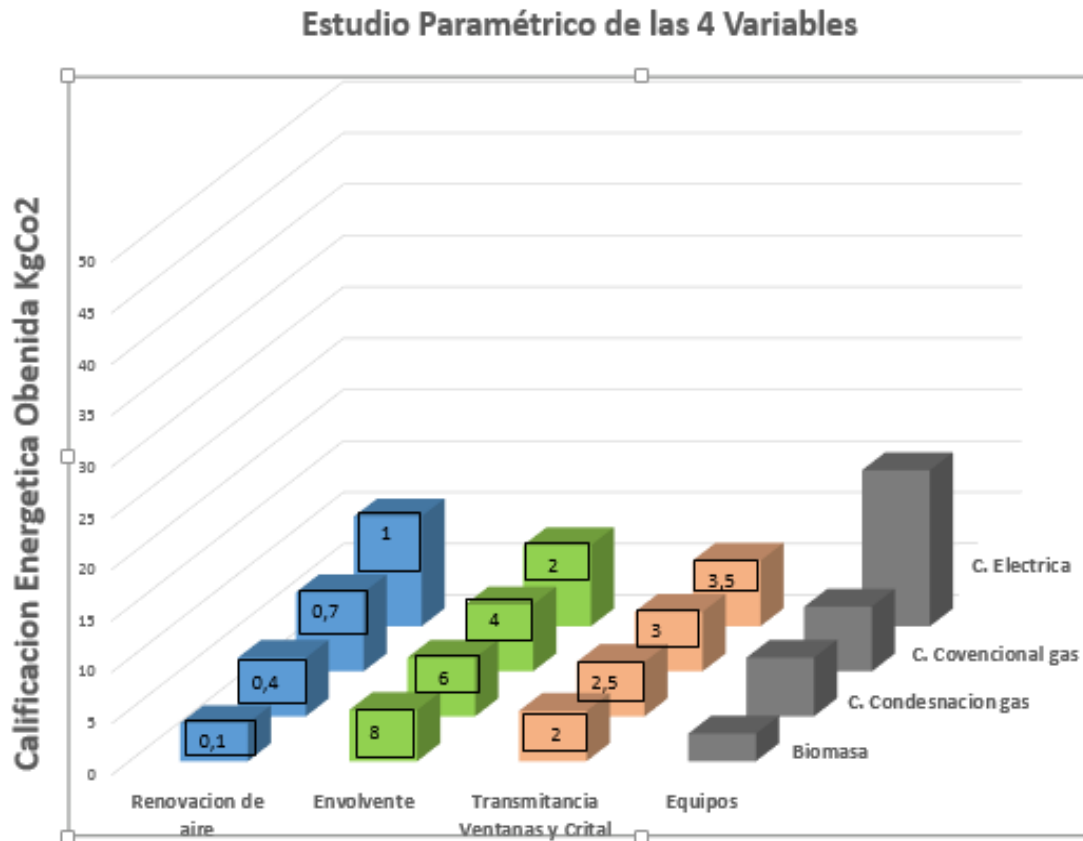


Figura 6.5 Variables vs Calificación energética kgCO₂/m² año.

6.3. CONCLUSIONES SOBRE EL ESTUDIO PARAMÉTRICO

Como resultado de la investigación de este caso de estudio paramétrico presentado, es posible concluir el impacto que tiene cada variable en la certificación energética. Esto dio como resultado, que lo que más impactaba entre los atributos evaluados son: “los equipos” de segundo las renovaciones de aire tercero el aislamiento y de cuarto las ventanas. Con esto no se quiere decir que los últimos dos, no sean importante en cara al certificado energético pero al usar valores que estaban limitados por normas del código técnico de edificación (CTE) y el documento básico de ahorro y energía DB HE no se aprecian grandes cambios al momento de ser evaluados.

Dentro del análisis, las renovaciones de aire tienen un gran impacto en el cálculo de la calificación energética, debido a que modificando este valor, se obtienen grandes saltos en el certificado energético. Por otra parte el presupuesto no consideraría costes, para este proyecto, debido a que las renovaciones de aire del proyecto dependen de la apertura de boquillas instaladas en las viviendas que regulan el caudal del aire.

Para finalizar los análisis de las variables propuestas. Las calderas será otro factor importante a modificar ya que si el promotor realiza poco inversión en el cambio de calderas podrá obtener mejores resultados frente a la certificación energética. Por ejemplo, solo pasar de una caldera de eléctrica a una de condensación de gas natural asegura, un aproximado de 10 puntos en la escala de la certificación energética.

Los estudios realizados en este capítulo arrojan luz sobre la influencia de diferentes parámetros como (renovación de aire, aislamiento térmico, ventanas y equipos) en la calificación energética. La singularidad de esta investigación viene dada, ya que existen escasos trabajos en la literatura de la misma línea. Los resultados obtenidos representan una contribución al conocimiento de la influencia de esos parámetros.

7. CORRELACIÓN ENTRE EL SOBRE COSTE P.E.M Y LA DISPOSICION A PAGAR.

7.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo está íntimamente relacionada con la investigación y conclusiones hechas por los investigadores (Noguera Checa Cristina, 2015) y (Ortiz Jorge, 2015). Lo primero que se debe entender es que las dos trabajos junto con esta investigación, iniciaron con objetivos diferentes y con la finalidad de obtener datos complementarios entre sí. Las tres tesis han sido dirigidas por el profesor Carlos Marmolejo Duarte. La investigación de (Checa y Ortiz) se centraba “si la población de Barcelona estaba dispuesta a pagar más dinero por obtener una vivienda de una certificación D a una Certificación A”

Esta investigación busca conseguir un coste (€/m^2) de construcción, y comparar cuanto aumenta el presupuesto por cada escalón de certificación energética, al alcanzar las valoraciones económicas para cada escenario, y así obtener conclusiones para el último objetivo general. Luego de calcular dicho anteriormente, se analizan todos los factores necesarios para comparar el proyecto expuesto con el caso de estudio (Checa y Ortiz).

Además de obtener el incremento se quiere lograr calcular la rentabilidad del promotor para la inversión del proyecto. Para lograrlo, se tiene que tener claro ciertos puntos que se definen a lo largo de este capítulo, los cuales son. Primero el presupuesto del proyecto (que incluye los bancos de precios que se usan en Cataluña y en España). Segundo la superficie construida sobre la rasante que no incluye los costes del sótano, y por último, las valoraciones por cada escenario que indica el valor en (€/m^2). Con estos parámetros bien definidos se podrá

realizar una comparación entre las investigaciones mencionada y estará reflejadas en el último capítulo.

7.2. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

La importancia del presupuesto de obra de un proyecto de construcción es considerable por ser el documento básico que establece el marco económico para la ejecución de las obras. De los valores conseguidos, saldrán los precios que competirán con otros licitantes y harán, ganar o perder la adjudicación y en el peor de los casos, causar pérdidas económicas en la ejecución de la obra. Su redacción ha de ser clara, concisa y cuidada, con gran exactitud de las mediciones y adaptado a los precios del mercado local y actual.

Para esta tesis fue vital conseguir un presupuesto de obra real, por alguna empresa, con suficiente experiencia que maneje los costos de presupuesto, lo más cercanas posibles al precio real del mercado en la ciudad de Barcelona. Este presupuesto fue obtenido gracias al Institut Català del Sól (INCASOL), cuyo proyecto se encuentra en un programa de presupuesto desarrollado bajo una herramienta informática llamado (TCQ 2000) y se obtuvo un presupuesto de 4.848.399,70€ (sin IVA).

El presupuesto está organizado por una estructura jerárquica de ocho niveles entre ellos están trabajos previos, movimientos de tierra y estructura, aparcamiento, bloque 11, bloque 12, instalaciones, condicionamiento solar, por último gestión de residuos. En la Figura 7.1 se puede apreciar el importe del presupuesto del proyecto mencionado

	Código	Descripción	Importes
Obra	01	ARRADONA	4.848.399,70
Capítol			
Subcapítol			
Activitat			


```

01 ARRADONA
├── 00 TREBALLS PREVIS
├── 01 MOVIMENT DE TERRES I ESTRUCTURA
├── 02 APARCAMENT
├── 03 BLOC 11
├── 04 BLOC 12
├── 05 INSTAL·LACIONS
├── 06 CONDICIONAMENT SOLAR
└── 07 GESTIÓ DE RESIDUS
  
```

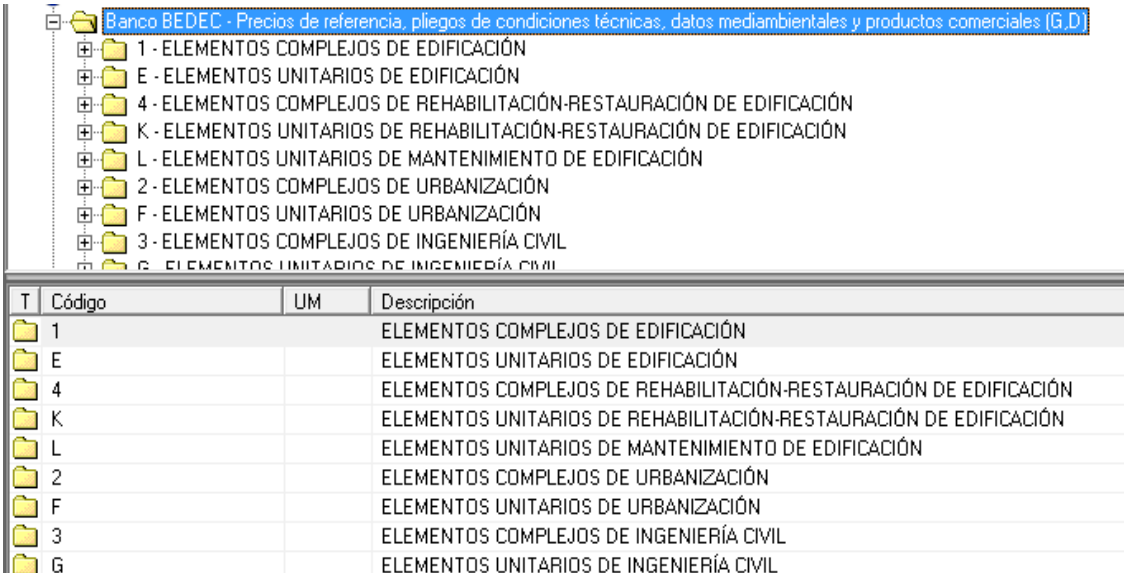
Figura 7.1 Presupuesto Proyecto Barcelona. Obtenido del TCQ 2000

7.2.1. Bancos de precios BEDEC.

Los bancos de precios españoles que se pueden obtener son variados, ya que cada año el ITEC tiene disponible el banco paramétrico BEDEC y los bancos discretos de los libros del ITEC y de diferentes empresas y organismos, por ejemplo: Infraestructures.cat, Imu, Incasòl, Puerto de Barcelona, Porcelanosa SA – Grupo Porcelanosa, Ulma Hormigón Polímero S.COOP, etc. En formato fiebdc-3.

El Banco BEDEC, de formato fiebdc-3 paramétrico, incluye precios de referencia y pliegos de condiciones técnicas, datos medioambientales e información comercial, referidos a las tipologías de edificación, rehabilitación y restauración, urbanización, ingeniería civil, seguridad y salud, y ensayos de control de calidad, con precios para cada una de las provincias y comunidades autónomas de España, en euros. Podéis acceder a los elementos de este banco de forma paramétrica o discreta.

La importancia de los bancos BEDEC en esta investigación, es que son los bancos de precios que se consultarán, de esta manera transformar el presupuesto según los cambios introducidos en el proyecto original para alcanzar cada una de las calificaciones energéticas. Se debe indicar que se ha tomado como referencia el año de proyecto, 2014 y su banco de precios correspondiente (BEDEC-2014) ver Figura 7.2. Para que los costes de las modificaciones que se plantean sean las adecuadas se introdujo las modificaciones propuestas, de forma que resulten comparables a los valores reales de la ejecución. No se trata de saber lo que costarían ahora las modificaciones que se proponen, sino de compararlas con los costes habidos, estableciendo porcentualmente las variaciones de presupuesto.



The screenshot shows a tree view of the BEDEC 2014 price bank structure. The tree view lists the following categories:

- Banco BEDEC - Precios de referencia, pliegos de condiciones técnicas, datos medioambientales y productos comerciales (G.D)
 - 1 - ELEMENTOS COMPLEJOS DE EDIFICACIÓN
 - E - ELEMENTOS UNITARIOS DE EDIFICACIÓN
 - 4 - ELEMENTOS COMPLEJOS DE REHABILITACIÓN-RESTAURACIÓN DE EDIFICACIÓN
 - K - ELEMENTOS UNITARIOS DE REHABILITACIÓN-RESTAURACIÓN DE EDIFICACIÓN
 - L - ELEMENTOS UNITARIOS DE MANTENIMIENTO DE EDIFICACIÓN
 - 2 - ELEMENTOS COMPLEJOS DE URBANIZACIÓN
 - F - ELEMENTOS UNITARIOS DE URBANIZACIÓN
 - 3 - ELEMENTOS COMPLEJOS DE INGENIERÍA CIVIL
 - G - ELEMENTOS UNITARIOS DE INGENIERÍA CIVIL

Below the tree view is a table with the following columns: T, Código, UM, and Descripción. The table contains the following data:

T	Código	UM	Descripción
	1		ELEMENTOS COMPLEJOS DE EDIFICACIÓN
	E		ELEMENTOS UNITARIOS DE EDIFICACIÓN
	4		ELEMENTOS COMPLEJOS DE REHABILITACIÓN-RESTAURACIÓN DE EDIFICACIÓN
	K		ELEMENTOS UNITARIOS DE REHABILITACIÓN-RESTAURACIÓN DE EDIFICACIÓN
	L		ELEMENTOS UNITARIOS DE MANTENIMIENTO DE EDIFICACIÓN
	2		ELEMENTOS COMPLEJOS DE URBANIZACIÓN
	F		ELEMENTOS UNITARIOS DE URBANIZACIÓN
	3		ELEMENTOS COMPLEJOS DE INGENIERÍA CIVIL
	G		ELEMENTOS UNITARIOS DE INGENIERÍA CIVIL

Figura 7.2 Banco de Precios BEDEC 2014

Finalmente se tiene que tener en cuenta, los datos económicos que se arrojarán para cada escenario no son los únicos que se pueden presupuestar, primero puede ocurrir ciertas variables que afecten al presupuesto ya que cada investigador puede tomar el elemento que considere mejor. La otra variable que puede ocurrir es que los precios de ciertos elementos constructivos puedan estar más económicos que los que se tomaron para el cálculo de los presupuesto de esta investigación. Esto puede ser debido a factores como descuentos por volumen o por relación con el fabricante, situación del inmueble, etc.

7.2.2. Superficie.

Un aspecto importante a describir es la superficie construida (sp), por planta, entreplanta, altillo, ático o espacio bajo cubierta, es la comprendida entre los límites exteriores de lo edificado en ella, esté o no cerrada. Para su cómputo se tendrán en cuenta todos los elementos construidos fuese cual fuese su naturaleza, y, por tanto, también los correspondientes a áticos, terrazas, salientes y entrantes, azoteas, espacio bajo cubiertas, escaleras, remates de cajas de escalera, casetones de ascensores, depósitos, instalaciones, etc. Por otra parte la superficie construida sobre rasante (scr) es la suma de cada una de las plantas sobre rasante que se ubican en un edificio, incluidas las de ático, altillo y espacio bajo cubierta, si las hubiera.

En la Tabla 7.1 se muestran los valores de la superficie construidas sobre rasante y superficie útil del proyecto. Lo valores a tener en cuenta para futuros cálculos serán la superficie construida sobre-rasante (scr); estas superficies son 5.015,62m² para las viviendas, y para todo el proyecto una superficie total 6.207,79 m².

	Nombre	Superficie útil (m ²)	Superficie construida (m ²)
Viviendas	44	3.281,32	4.035,80
Aparcamientos	47 (plazas)	1036,40	1.192,17
Trasteros			
Locales	2	131,54	145,84
Previsión de basura	2	59,58	68
Porción del 50% de superficies exteriores	2		54,4
Espacios Comunitarios (Vestíbulo, escalera...)			711,58
Total Superficie sobre la Rasante scr			5.015,62
	TOTAL S. Útil	4.508,84	6.207,79

Tabla 7.1 Superficie útil vs Superficie construida del Proyecto

La superficie de la vivienda es de 76,64 m² total útil, es la superficie que se usa en el momento de la venta al público, incluye las áreas comunes (pasillos, área de ascensor, terrazas) la cual para este proyecto es el 19% de la superficie de la vivienda. Con estos valores se puede realizar una comparación con la vivienda de 80m² de la investigación de (Checa y Ortiz) por lo que es necesario ajustar este valor y sumar la superficie útil para poder hacer comparaciones.

7.3. COSTRUCCION DE ESCENARIOS.

Para evaluar cada medida activa y pasiva del capítulo 5, es necesario conocer que factores influyen con más impacto en la certificación energética de un edificio, para luego empezar armar los “**Escenarios**” que permitan modificar la eficiencia energética del edificio.

Para ello se analizó los datos de (García-Navarro, 2014), en su estudio “Evaluación de los costes constructivos y consumos energéticos derivados de la calificación energética en un edificio de viviendas situado en Madrid”, a través de un sistema de regresión de datos, se consiguió apreciar que elementos se modifican para obtener mejores escenarios, y así disminuir o aumentar la certificación energética del proyecto.

En el capítulo 6, se hace un estudio paramétrico que permitirá armar escenarios y ser evaluados posteriormente. Las medidas tomadas por estos resultados se combinan en 4 escenarios para obtener las diferentes calificaciones energéticas. El cálculo de los escenarios proporciona una calificación energética del edificio y resultados parciales, las emisiones de CO₂ (kg CO₂ / m²año) y las demandas de energía (kWh/ m² año) asociadas a calefacción, refrigeración y ACS. Además el programa informático proporciona valores de la energía final consumida en calefacción, refrigeración y ACS. En la Tabla 7.2, se combinan los sistemas pasivos y activos y las medidas que afectan a la certificación energética, cada medida fue explicada en capítulo anterior. La Tabla 7.2 muestra los 4 escenarios y las combinaciones que se escoge para cada medida pasiva y activa.

Medidas que modifican del capítulo 5				ESCENARIOS			
	Variables	Descripción otorgada	Valores	E-1	E-2	E-3	E-4
Sistema Pasivo	Renovación de aire (renovación/hora)	Renovación A-B	0,4				
		Renovación C-D	0,7				
	Factor solar (adimensional)	Factor solar A-B	0,59				
		Factor solar C-D	0,7				
	Cerramientos horizontales y verticales (Cm)	Envolvente B	6				
		Envolvente A	8				
		Envolvente C-D	4				
	Marco de Ventanas (W/m2K)	Marco B	3,3				
		Marco A	2				
		Marco C-D	4,3				
Ventanas Cristales (W/m2K)	Ventanas B	2					
	Ventanas A	2,8					
	Ventanas C-D	3,3					
Sistema Activo	Sistema (calderas)	SISTEMA B	C. condensación				
		Sistema A	C. condensación				
		Sistema C	C. convencional				
		Sistema D	C. eléctrica				
Hipótesis % Demanda de ACS cubierta con energía solar térmica	ACS para A-B	50%					
	ACS para C-D	30%					
Calculo de la Demanda Energética	Calificación obtenida						
	Emisiones Totales (kg CO2/m2año)			5,7	4,2	10,6	20,1
	Letra Calificada			B	A	C	D

Tabla 7.2 Construcción de los cuatro Escenarios E-1 E-2 E-3 y E-4

Las hipótesis o escenarios han dado lugar a calificaciones energéticas desde la D (E-4, 20,1 kgCO₂/ m² año) a la A (E-1, 5,7 kgCO₂/ m² año). Las mismas calificaciones energéticas se pueden conseguir con diferentes combinaciones de medidas activas y pasivas, aunque con resultados diferentes desde el punto de vista medioambiental (kgCO₂/m² año) y económico (coste en €/m²).

El escenario uno (E-1) será el del proyecto original sin ningún cambio, La mejor calificación se ha logrado en el escenario número 2 (E-2) mediante mejoras como; colocación de marcos de madera y ventanas con menor transmitancia térmica y cristales de baja emisivo con $2 \text{ W/ m}^2\cdot\text{K}$ y marcos de madera con colores claros; el aumento del aislamiento térmico en los cerramientos exteriores hasta alcanzar una transmitancia de $0,35 \text{ W/ m}^2\cdot\text{K}$; la mejora de las características térmicas de las ventanas y la reducción de la ventilación. Se ha considerado además un sistema colectivo de calefacción y ACS con gas natural, con calderas de condensación, calefacción por suelo radiante, cambiando los sistemas de radiadores y una cobertura del 50% de la demanda de ACS mediante energía solar térmica.

El escenario E-3 se quiso desmejorar las prestaciones energéticas del edificio para alcanzar una letra C, lo mínimo permitido por el código técnico de edificación CTE para edificaciones nuevas, los cambios fueron, la disminución de espesor del aislamiento térmico en los cerramientos exteriores hasta alcanzar una transmitancia de $0,59 \text{ W/ m}^2\cdot\text{K}$, ventanas con rotura de puente térmico con material metálico y colores claros, el sistema energético por una caldera convencional con radiadores a gas natural, y el porcentaje de cobertura de producción de ACS con energía solar térmica para este escenario es del 30%, las renovaciones de aire cambiaran a 0,7 por hora.

La calificación D obtenida del escenario E-4 se colocó los mismos requisitos constructivos que el escenario E-3, lo único que se cambio fue el sistema de calderas y calefacción de gas natural a eléctrica, con un aporte de 30% de la demanda. Esto causo una certificación energética $20,1 \text{ kgCO}_2/ \text{ m}^2 \text{ año}$. Este último resultado se ha obtenido para comparar esta tesis con la investigación de (Noguera Checa Cristina, 2015)y(Ortiz Jorge, 2015)

7.4. CALCULO DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA CADA ESCENARIO.

Una vez se obtiene la construcción de cada escenario (E-1, E-2 E-3 E-4), como se mostró en el apartado anterior, se empieza el cálculo de la certificación energética. El procedimiento a seguir está contemplado en el capítulo 4, y lo que se realiza es modificar el proyecto base adaptándolo a cada escenario, en la Figura 7.3. se muestra el cálculo de la certificación energética para los 4 escenario, obteniendo como resultado desde una calificación A hasta una calificación D.

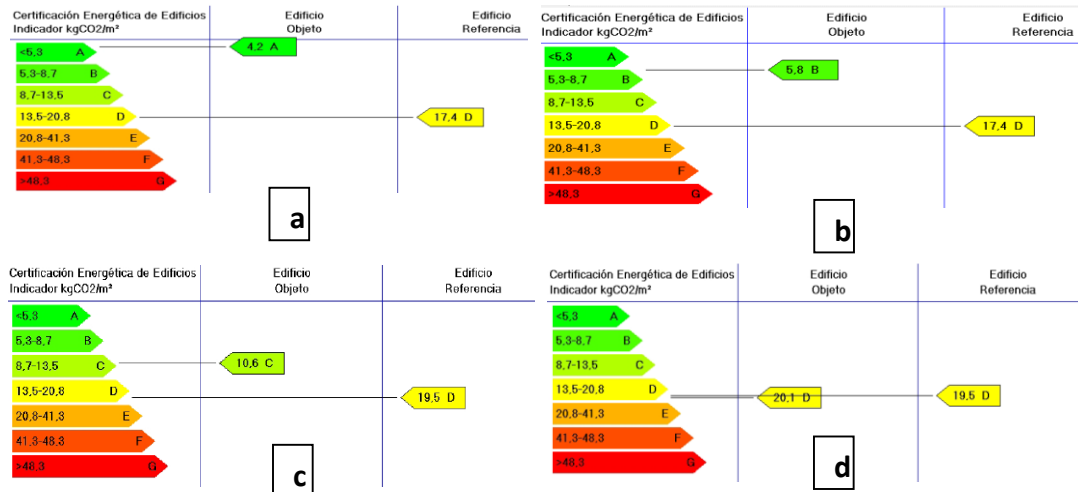


Figura 7.3 Escenario Evaluados. Escenario E-1 (a), Escenario E-2(b), Escenario E-3(c), Escenario E-4(d). Obtenido CALENER VYP Etiquetado Energético.

La Tabla 7.3 es un resumen de los cuatro escenarios, se obtiene al terminar el cálculo de la certificación energética, entre la información que se muestra se encuentra: las demandas, las emisiones y el consumo. En definitiva el escenario E-2 posee la mejor calificación energética A con 4,2 kg CO₂/m² año y se deja contemplado las respectivas demandas (calefacción y refrigeración en kWh CO₂/m²año), y consumo final total en (kWh/m² año) por cada escenario. Esta información podrá ayudar a otras investigaciones a calcular el coste del consumo de energía del edificio con el ahorro que supone una mejor calificación energética.

Escenario	E-1	E-2	E-3	E-4
Calificación energética (kg CO ₂ /m ² año)	B (5,7)	A(4,2)	C (10,6)	D (20,1)
Demanda Calefacción (kg CO ₂ /m ² año)	14,5	8,7	27,1	22,2
Demanda de Refrigeración (kWh CO ₂ /m ² año)	0,5	0,9	0,7	0,5
Emisiones Calefacción (kg CO ₂ /m ² año)	4	2,5	8,5	15,2
Emisiones Refrigeraciones (kg CO ₂ /m ² año)	0,2	0,3	0,3	0,2
Emisiones ACS(kg CO ₂ /m ² año)	1,5	1,4	1,8	4,7
Emisiones Totales (kg CO ₂ /m ² año)	5,7	4,2	10,6	20,1
Consumo Energía Final Calefacción (kWh CO ₂ /m ² año)	17,8	11,3	37,7	60,1
Consumo Energía Final Refrigeración (kWh CO ₂ /m ² año)	0,8	1,4	1,1	0,8
Consumo Energía Final ACS (kWh CO ₂ /m ² año)	7,5	7,1	9,1	19
Consumo energía Final Total (kWh CO ₂ /m ² año)	26,1	19,7	47,8	80

Tabla 7.3 Resumen, demanda energética, emisión CO₂, y consumo de energía final generada.

7.5. ANÁLISIS DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA EN LOS ESCENARIOS

La edificación es siempre un proceso tan singular como los precios con los que se construye, dependiendo de las circunstancias económicas del momento, la oportunidad, los factores locales, la propia gestión específica de la promoción, etc, a lo que se añade lo dilatado del propio proceso constructivo. Por ello la valoración económica en este caso específico de estudio se ha planteado buscando la obtención fija de la situación, en la fecha de proyecto 2014, con el objetivo de establecer comparaciones coste beneficio al promotor.

7.5.1. Valoración económica con respecto al Proyecto original.

En este apartado se evalúa el escenario (E-1) con una certificación B a un escenario (E-2) con calificación A. Para que la valoración de las alternativas resulte consistente se han utilizado los propios datos del presupuesto original del proyecto; la definición de las unidades de obra no previstas se ha basado en los precios descompuestos del mismo proyecto.

En conclusión, el certificado A alcanzó un presupuesto de 4.800.661,66 € con respecto al certificado B que obtuvo 4.692.415,78 €. La obtención de la mejor calificación energética A (4,2 kgCO₂/m² año) desde la B (5,7 kgCO₂/m² año) implica un aumento de la inversión del 1,20% (14,43 €/m²). El consumo de energía es de 19,7 kWh/m² año para la calificación A y de 26,1 kWh/m² año para la B.

En el (Anexo 3) se colocará el resumen final del presupuesto donde incluirán factores que en esta tesis no fueron asumidos como son (13% Gastos Generales sobre Total del presupuesto ejecución del material P.E.M. el 6% beneficio industrial sobre el total P.E.M, por último el 10% I.V.A.). Este apartado de valoración económica incluye toda el área de superficie del edificio (incluye el aparcamiento y la superficie sobre rasante).

7.5.2. Valoración económica con respecto a la certificación D.

Para adaptar la investigación (Noguera Checa Cristina, 2015), al proyecto de estudio de esta tesis de master, se evalúa de una certificación energética D a una A. En la Tabla 7.4 se muestra el incremento en euros (coste P.E.M) para cada escenario suponiendo que el edificio parte de una calificación D a una A, al igual que muestra los datos de consumo de energía final y coste del consumo.

Certificación Energética	A	B	C	D
Costes del proyecto por Escenarios	E-2	E-1	E-3	E-4
Calificación energética (kg CO ₂ /m ² año)	4,2	5,7	10,6	20,1
Presupuesto P.E.M € (csr) (0)	4.800.661,66	4.692.415,78	4.645.310,31	4.628.033,31
Coste P.E.M(€/ m ² csr) (1)	957,14	935,56	926,17	922,72
Incremento del coste P.E.M respecto al E-4 Certificado D (€/ m ² csr)	34,42	12,84	3,44	0,00
% Incremento del Coste P.E.M	3,73%	1,39%	0,37%	0,00%
Costes de energía				
Consumo energía Final Total (kWh /m ² año)	19,7	26,1	47,8	80
Coste consumo energía Final Total (€/m ² año) (2)	1,05789	1,40157	2,56686	4,296
Ahorro de coste de consumo respecto a la Certificación D (€/m ² año)	3,23811	2,89443	1,72914	0

(0) Presupuesto P.E.M en € Sin incluir el coste de Subterráneo sin IVA

(1) Superficie construida sobre rasante (csr) = 5015,62 m²

(2) Precios considerados (sin IVA): Solo se ha calculado el término variable (consumo de combustible). Gas natural: 0,0537 €/kWh y Electricidad: 0,1505 €/kWh

El presupuesto PEM no tiene asumido el coste del aparcamiento

Tabla 7.4 Escenarios evaluados. Calificaciones energéticas, coste de la construcción, consumo de energía final y coste del consumo.

La Tabla 7.4, es posible relacionar la calificación energética, el precio de cada escenario y el consumo de energía y su coste. Para calcular el coste del consumo, se ha considerado solo el gasto de energía, sin tener en cuenta el término fijo, alquileres o impuestos y los precios de los combustibles del año del estudio.

La obtención de la mejor calificación energética desde la D (20,1 kgCO₂/m² año) a la A (4,2 kgCO₂/m² año), implica un aumento de la inversión del 3,73%. El consumo de energía es de 19,7 kWh/m² año para la calificación A y de 80 kWh/m² año para la D. Si se hubiese obtenido una calificación D (20,1 kgCO₂/m² año) llevarlo a una A, implica un incremento de los costes constructivos del (34,42€/m²).

En los resultados del escenario E-3 calificación C (10,6 kgCO₂/m² año), existe un incremento aproximado en coste de 3,44 €/m² con respecto a la certificación D, en pocas palabras llevar de una calificación D a una C costaría aproximadamente 0,37% del presupuesto.

Obtener una calificación B (5,7 kgCO₂/m² año) partiendo de una certificación D (20,1 kgCO₂/m² año), representa un incremento de los costes constructivos del 1,39% (12,84€/m²). La Figura 7.4, muestra los valores resultantes del coste en (€/m²) de la edificación que se obtuvo en este apartado vs la calificación energética (kgCO₂/m² año), cada coste está relacionado a la certificación energética que generó, se puede observar claramente que entre menor es el presupuesto menor es la calificación energética. Desde otro punto de vista se puede observar que a medida que la calificación energética va escalando hacia una calificación “A” los costes de construcción aumentan.

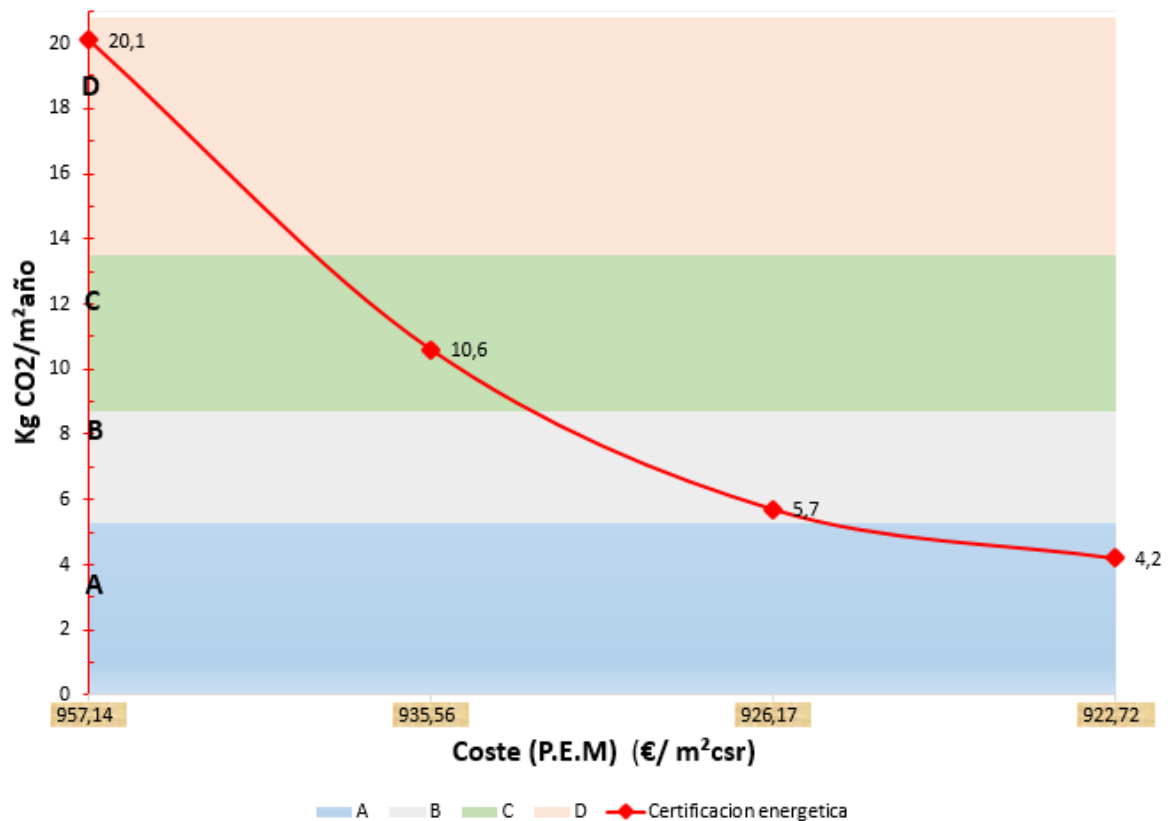


Figura 7.4 Línea de tendencia entre la Calificación Energética vs el coste de la edificación.

7.6. CORRELACIÓN ENTRE LA DISPOSICIÓN A PAGAR Y LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

A partir del apartado anterior y los resultados experimentales de (Noguera Checa Cristina, 2015) y (Ortiz Jorge, 2015), se puede empezar a construir el último objetivo general de esta tesis de master; para ellos se presentarán los datos más relevantes de los investigadores antes mencionados que son:

- Se han realizado unas 150 encuestas en las zonas del ensanche, Gracia y Sant Andreu de Barcelona, con la intención de entrevistar perfiles distintos en relación a cada una de las zonas, Es importante destacar que un 63% está dispuesto a pagar por viviendas mejor calificadas en términos energéticos con un promedio de 1540.47 euros más para vivienda propia y un 11.37 euros/mes más para vivienda de alquiler.

- Las características de las viviendas eran; 80 m² con recibidor, salón, cocina, dos baños y tres dormitorios. Una vez presentadas las viviendas.

En el apartado anterior se logró obtener un incremento del coste desde la D hasta la A, el coste P.E.M para el constructor da un incremento de 34,42€/m². Para calcular la venta de coste (Vc), se necesita añadir otros factores que indica la ley española del real decreto catastral 1020/93.

Esta ley catastral 1020/93 informa que en función de la dinámica actual del mercado inmobiliario y teniendo en cuenta que los costes y beneficios varían con los distintos tipos de promoción, se establece, con carácter general, un coeficiente “1,40”, por gastos y beneficios de promoción definido en la norma 16 del nombrado Real Decreto.

El coste P.E.M calculado en el anterior apartado, para que pueda ser comparado con la venta de coste (Vc) del proyecto (Checa y Ortiz), es necesario añadir 13% Gastos Generales sobre Total del presupuesto ejecución del material P.E.M, luego el 6% Beneficio Industrial Sobre total P.E.M). Al calcular estos valores con el coste P.E.M se obtiene el coste construcción (C.c). Estos cálculos se muestran en la Tabla 7.5 en el siguiente apartado.

Se estableció dos caminos para comparar ambas tesis, la primera comparando los costes de incremento (€/ m²csr) de ambas investigaciones. El segundo camino es correlacionando la inversión en euros que estaba dispuesto a pagar la población y calcular la rentabilidad (%) de la inversión al promotor.

7.6.1. Incremento de coste (€/ m²).

Para comparar los incrementos de costes de ambas tesis, se analizó las encuestas de (Checa y Ortiz), para obtener el valor de la vivienda para la venta Vc, que describieron en esa tesis. De la base de datos de la encuesta obtenida, y gracias a la colaboración del Tutor Carlos Marmolejo, se calculó el coste de venta de 48,45 €/m², que se alcanzó primero sumando los promedio de la disposición a pagar de todos los encuestados (venta y renta) y segundo se calculó la superficie construida sobre rasante, debido a que el valor de la vivienda de 80m² de superficie útil, tenía que tener los espacios comunes. Para obtener los espacios comunes, que en esta investigación fueron computados dando un valor “1,19” apartado de “superficies” se debe multiplicar dicho valor a los 80 m² se obtiene el valor (scr) que es de 95,2m². Para terminar, el promedio de la disposición a pagar adicional en € se divide con la superficie de la vivienda m² obteniendo el monto anteriormente mencionado de 48,45 €/m², de una calificación D a una calificación A. En la tabla 7.5 se presenta la venta de coste (Vc), las cual se le aplica un coeficiente de ganancia del promotor (1,4), multiplicado por el coste de construcción (Cc) evaluado en cada escenario (E1-E2-E3-E4), con la finalidad de obtener el valor en venta del producto inmobiliario (Vc) para cada uno de ellos.

Escenarios	E-2 (Calif. A)	E-1(Calif. B)	E-3 (Calif. C)	E-4 (Calif. D)
Presupuesto total del Proyecto € (scr)	4.800.661,66	4.692.415,78	4.645.310,31	4.628.033,31
Coste P.E.M (€/ m²csr)	957,14	935,56	926,17	922,72
Cc=Coste P.E.M + BIP + GP(€/ m²csr)	1.139,00	1.113,32	1.102,14	1.098,04
Vc=C.c * Kp (0) (€/ m²csr)	1.594,60	1.558,64	1.543,00	1.537,26
Incremento del coste respecto al Escenario E-4 (€/ m²csr)	57,34	21,39	5,74	-

(1) Kp = Coeficiente por gastos y beneficios de promoción 1,4.

BIP= beneficio industrial 13% sobre el presupuesto

GP= Gastos sobre el presupuesto 6 % sobre el presupuesto

Tabla 7.5 Valor en venta del producto inmobiliario, Incremento con respecto al E-4.

Se puede observar el incremento del Escenario E-4 al E-2 de un de 57,34 €/m², los cuales representan el incremento a la venta de una clasificación D a una A del caso de estudio. Este valor comparado con el de la tesis de (Checa y Ortiz) de 48,45 €/m², solo establece un margen de 8,89 puntos por debajo que la población está dispuesta a pagar. Los sobrecostes e incrementos la población de Barcelona no está dispuesto a pagar.

7.6.2. Rentabilidad (%)

El segundo análisis está relacionado con el promotor y la rentabilidad del proyecto. A partir de este estudio y para comparar ambas investigaciones, se cambia los siguientes parámetros en este estudio, y así se podrá comparar y obtener resultados más reales para el promotor.

- Se calculó la superficie construida sobre rasante, debido a que el valor de la vivienda de estudio es de 76,64m² incluyendo los espacios comunes. Para eliminar los espacios comunes, que en esta investigación fueron computados y dió un valor “19%” apartado de “superficies” se debe dividir el “1,19” a la superficie 76,64 m² resultando el valor de superficie útil del proyecto de 64,40m².
- Para comparar las tesis, hay que ajustar la parte económica en la investigación de Checa y Ortiz esto es debido a que la encuesta que se ha dado como dato base el área útil del edificio de 80m² y que la población de Barcelona accedió a pagar una media 1540,47 € más por obtener una mejor calificación energética de una D a una A. En el estudio del proyecto, no tiene esta área de 80m², con lo cual sería razonable pensar que el sobre coste que asume el cliente en la encuesta no va a hacer el mismo para otra superficie. Para calcular o estimar ese sobre coste, lo que se ha realizado es una proporción teniendo en cuenta el área de la vivienda; si el edificio caso es 64,40m² con una simple

regla de 3, se obtiene el sobre coste, que está preparado asumir el cliente. Este cálculo está en el orden de 1125 €. Que es el valor que aumentara la vivienda de calificación A, como se muestra en la Tabla 7.6.

Descripción	Certificado D	Certificado A
Coste P.E.M (€) 1*	83.890,38	87.019,54
Precio (€) Vivienda tipo 2*	117.446,53	118.571,53
Beneficio (€)	33.556,15	31.551,99
Rentabilidad %	40,00	36,26

Tabla 7.6 Rentabilidad del Promotor Por una Calificación D y una Calificación A

Se puede decir que la inversión calculada o rentabilidad de 40%, dicho en otras palabras, la inversión o capital tuvo un crecimiento del 40% para un certificado D. Para la certificación A la rentabilidad es de 36,26%, es decir el crecimiento del capital es inferior y si se restan ambos % se obtiene un 3,74%. La rentabilidad calculada en esta tesis, que por las investigaciones será la rentabilidad actual del mercado, no permite que la certificación energética del edificio se consiga de forma natural, hay que incentivar o forzar mediante leyes a los promotores, ya que no salen rentables hoy por hoy.

7.7. CONCLUSIONES CORRELACION ENTRE EL COSTE P.E.M Y LA DISPOSICIÓN A PAGAR.

Desde el punto de vista del constructor si el cliente no está preparado para pagar más en una vivienda, no es rentable hacer un edificio con mejores calificaciones energética, por esta razón y mientras los clientes no estén dispuestos a pagar más, conseguir un aumento de la certificación energética pasa por establecer requisitos normativos. El promotor estará obligado por lo mínimo establecidos en las normas CTE. Porque si se deja libre el mercado de la construcción, la tendencia natural es ir hacia las calificaciones más bajas ya que son las que pueden generar mayor rentabilidad.

Como se puede apreciar, y desde este punto de vista de la investigación no es viable ya que los sobrecostes son mayores que la disposición a pagar, pero esto no quiere decir que no se debe invertir o que no sean rentable construir viviendas más sostenibles y con mayor calificación energética. Por todo lo estudiado en este tema de la investigación se piensa que la respuesta es “no”, debido a que pueden ocurrir tres perspectivas en el sobre coste y la disposición a pagar:

Primero es que las personas no están concienciadas sobre la eficiencia energética, a la luz de los resultados, parece evidente que la certificación energética requiere de tiempo en España para que sea asumida por la población y así ésta tenga más interés en la misma y conozca lo que supone la calificación para su vivienda. Esto además, se entiende que implicará una mayor valoración del desarrollo de la misma, por lo que los certificadores energéticos deberán realizar

un trabajo más exhaustivo y, por tanto, mejor pagado, ya que por el momento las certificaciones energéticas en España no presentan incidencia sobre los valores inmobiliarios. Si esta hipótesis fuera cierta el valor de la disposición a pagar puede tener un enorme cambio.

La segunda hipótesis es sobre la encuesta que se realizaron, ya que pueden ser insuficiente la cantidad de encuestados, o se tuvo un problema con el valor de salida que genera un efecto anclaje. Este efecto consiste, en que una encuesta presentan un número, y después hacen una pregunta, y la respuesta que se dará, tenderá a estar condicionada por el primer número que nos han dado, incluso aunque el primero sea absurdo y no tenga nada que ver. Por ejemplo, si se pregunta sobre la población de Ucrania: ¿Es mayor o menor que 200 millones de personas?, las respuestas variarán, pero en general serán algo menores que dicha cifra y se situarán, en la media, en 175 millones. Sin embargo, si la pregunta fuera: ¿Es la población de Ucrania hay mayor o menor que cinco millones de personas? las respuestas variarán, pero esta vez serán ligeramente superiores y la media será, por ejemplo, de 10 millones. Es decir, se parte del "valor de anclaje" y se hace un ajuste, que normalmente suele ser en la dirección correcta pero de magnitud insuficiente.

En el caso de estudio de Checa y Ortiz preguntan "En el supuesto de que usted comprase una vivienda, ¿Estaría dispuesto a pagar 3.900 € más por la vivienda de calificación energética A que por la de calificación D?, esa magnitud en euros es por toda la vivienda nueva de clasificación A, la magnitud era poca, las cuales logró hacer un efecto anclaje y hacer que las personas escogieran ordenes de magnitud medios a los que se estaban preguntando.

La tercera y última hipótesis planteada, proviene de esta investigación ya que puede venir de los costes de construcción, y que los escenarios que se analizaron, no son los únicos escenarios que se pueden evaluar, por lo tanto es posible que existan otros escenarios que pudieran dar un coste de construcción menor con la misma calificación energética A, dando como resultado que se modifique el coste, y lograr que éste sea equiparable con la disposición a pagar.

8. CONCLUSIONES

8.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se exponen las principales conclusiones que se derivan de los diferentes estudios realizados a lo largo de esta Tesis de master. Se ha dividido el capítulo en conclusiones generales y conclusiones específicas.

Las conclusiones generales responden al cumplimiento de los objetivos generales presentados en el capítulo 1, y que fue la guía del presente estudio. Dichos objetivos consistían básicamente en responder las interrogantes que se plantearon en inicio de esta tesis.

Las conclusiones específicas, presentadas en el apartado 1.3.2, siguen la secuencia lógica de la investigación realizada, y obedecen a distintos aspectos estudiados en relación al análisis de las normativas. En este apartado se muestra con detalles los resultados obtenidos, mediante la suma de los logros realizados paso a paso a lo largo de esta tesis.

8.2. CONCLUSIONES GENERALES

El objetivo general de la tesis, desde el punto de vista de los cálculos desarrollados, dieron como resultado que no es rentable para el promotor construir una vivienda con mejor certificado energético, esto es debido a que los sobre costes de venta calculados están por debajo a la disposición que se tiene a pagar de (Checa y Ortiz). Sin embargo no se puede concluir de forma taxativa que no es rentable invertir en viviendas de calificación energéticamente más amigable con el ambiente.

Los objetivos generales consistían en las interrogantes que se plantearon al inicio de esta tesis, las cuales eran:

- 1- ¿Cuál será la estrategia más eficiente para alcanzar un determinado certificado energético?
- 2- ¿Que conviene más al promotor al momento de definir una edificación cual certificación es la más conveniente? ¿Cuál daría mayores beneficios al promotor?

¿Cuál será la estrategia más eficiente para alcanzar un determinado certificado energético?

Para la estrategia más eficiente se evaluó el estudio paramétrico de cada elemento, lo que condujo a concluir que solo mejorando las renovaciones de aires se establecen grandes saltos en la certificación energética y con el menor coste posible o incluso sin coste. Luego colocando un buen sistema de equipo de calefacción. Estas dos variables influyen en el presupuesto, por último otro elemento que genera costes cero sería la orientación del proyecto siendo las más favorables las fachadas sur-este o sur oeste por su incidencia de luz solar durante los meses de invierno.

¿Que conviene más al promotor al momento de definir una edificación?

Para alcanzar los mejores resultados energéticos se debe realizar viviendas plurifamiliares tomando en cuenta los siguientes elementos: primero a su forma y diseño, la proporción, los materiales y la orientación, segundo, los sistemas pasivos, que aprovechan las condiciones climáticas del entorno; y por último, los sistemas activos de alta eficiencia alimentados con energías renovables. El resultado alcanzado de esta fórmula de diseño y construcción definirá una alta certificación energética, las cuáles serán conveniente para respetar las exigencias mínimas y normas CTE que exigen una certificación C para las nuevas construcciones.

¿Cuál certificación daría mayores beneficios al promotor?

Según los estudios realizados pasar de una certificación D a una A supone que decrece la rentabilidad en el orden de 3,74%, por lo cual la situación más rentable en la actualidad es construir cumpliendo con las normas establecidas en Barcelona.

8.3. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.

Las conclusiones de este apartado responden a los objetivos específicos planteados en el primer capítulo, las conclusiones específicas se describen a continuación:

- Se realizó un estudio del estado del arte sobre certificación energética, la cual ha permitido concluir la necesidad de realizar más evaluaciones de la rentabilidad al promotor al mejorar la certificación energética.
- En el apartado contextual se evaluó los antecedentes, la certificación energética y se presentó el tema de investigación de (Checa y Ortiz), donde se obtuvo el cálculo de la disposición a pagar en Barcelona por una vivienda de clase D a una A
- Se seleccionó un edificio con las características deseadas entre las empresas más importantes de Barcelona, lo cual fue complicado ya que ninguna empresa estaba dispuesta a dar esta información. Sin embargo, la empresa Mora-Sanvisens Empresa Arquitects Associad, y el aporte Institut Català del Sól (INCASOL) concedieron dicho proyecto de viviendas.
- Se realizó un aprendizaje autónomo sobre los programas LIDER y CALENER VYP, y se pudo calcular la demanda energética del edificio y posteriormente obtener la certificación energética
- Los resultados del programa LIDER fueron satisfactorios y cumplieron con los mínimos requisitos que establece las normativas españolas.
- El proyecto obtuvo una certificación energética B, lo que representa que el proyecto de estudio posee excelentes características energéticas.
- Siguiendo con los objetivos específicos se debe evaluar la relación que se establece entre las distintas calificaciones energéticas y el coste económico. En el capítulo 5 se han presentado herramientas y metodologías que permitan a arquitecto, investigadores e ingenieros tomar decisiones para mejorar el “certificado energético”.
- El estudio paramétricos respondió de manera concisa, y establece, que elementos impactan más en la certificación energética, como por ejemplo: el intercambio de ventilación (renovaciones de aires) que establece grandes saltos en la certificación energética y con el menor coste posible.
- Se realizó un aprendizaje autónomo sobre el programa TCQ 2000. Con esta herramienta se consiguió estimar los presupuestos del proyecto de investigación.
- Se definió una metodología que permitirá a arquitectos y promotores tomar decisiones en la fase de proyecto, evaluando cuatro escenarios, modificando su escala energética y lo que implicaban

cada modificación para el presupuesto, con las características que se presentaron en la tabla 7.2. Esta metodología pueden adoptarse para tenerse como referencias al momento de realizar o proyectar una edificación, las cuales siguiendo los parámetros de esta investigación se pueden alcanzar una certificación energética A o B.

- El último objetivo específico de la tesis era comparar los resultados experimentales de (Noguera Checa Cristina, 2015) y (Ortiz Jorge, 2015) con los resultados de esta tesis de master, concluyendo que desde el punto de vista del promotor si el cliente no está dispuesto a pagar más, debido a que aumente la rentabilidad un 4%, el promotor no tendrá ningún incentivo económico para construir viviendas de mejor escala energética.
- Existen escasos estudios sobre la rentabilidad que pueden obtener los promotores para una mejor certificación energética en la construcción de un edificio, donde se hace interesante realizar estudios más profundos sobre el tema, para seguir evaluando el mercado y posteriormente la rentabilidad al promotor

8.4. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El trabajo desarrollado en esta Tesis de Master y los resultados obtenidos presentan un importante avance, para comprender desde el punto de vista del promotor la rentabilidad de un edificio con mejores prestaciones energéticas.

Por medio de esta investigación, ha surgido la realización de nuevos análisis, con la finalidad de poder obtener un trabajo con mayor profundidad que ayude a reafirmar los resultados obtenidos en este estudio. A continuación se presentan las posibles líneas de investigación con las que dar continuidad al trabajo realizado en esta Tesis.

- El proceso de Monte Carlo puede ser una excelente línea de investigación hasta para tesis doctoral, aquí en se podrá abarcar todos los escenarios y combinaciones estadísticas y con la última capacidad de los ordenadores para generar numerosos escenarios pseudo-aleatorios y automatizar cálculos. Son numerosos los autores que han apostado por utilizar hojas de cálculo para realizar simulación MC. La potencia de las hojas de cálculo reside en su universalidad, en su facilidad de uso, en su capacidad para recalcular valores y, sobre todo, en las posibilidades que ofrece con respecto al análisis de escenarios (“what-if analysis”).
- Mejorar el experimento de valoración contingente realizado por (Checa y Ortiz), para esto se debe tener en cuenta los resultados de esta investigación y no el preliminar que ellos tenían, Los puntos de partidas son los costes obtenidos como resultados y pudiendo incrementarlo si es posible para evitar un efecto anclaje de la encuesta.
- Evaluar más estudios similares a las que se calcularon en esta tesis y especialmente en la investigación sobre la rentabilidad que pueden obtener los promotores por alcanzar una mejor certificación energética en la construcción de un edificio.

- En cuanto a datos obtenidos de esta tesis con respecto a Demanda y Consumo podría ser de bastante utilidad a otras investigaciones para calcular el coste del consumo de energía del edificio con el ahorro que supone una mejor calificación energética.
- Evaluar otras investigaciones del poder adquisitivos de los compradores a nivel de España. Para poder establecer esta investigación a todo el territorio español

BIBLIOGRAFÍA

- Amecke, H., Neuhoff, K. (2011). Map of Policies Supporting Thermal Efficiency in Germany's Residential Building Sector CPI Report, 1–20.
- Banfi, S., Farsi, M., Filippini, M., Jakob, M. (2008). Willingness to pay for energy-saving measures in residential buildings. *Energy Economics*, 30(2), 503–516. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.06.001>
- Brounen, D., Kok, N. (2010). Program on Housing and Urban Policy Working Paper Series.
- Cajias, M., Piazzolo, D. (2013). Green Performs Better: Energy Efficiency and Financial Return on Buildings.
- Cerin, P., Hassel, L. G., Semenova, N. (2014). Energy Performance and Housing Prices. *Sustainable Development*, 22(6), 404–419. <http://doi.org/10.1002/sd.1566>
- Chegut, A., Kok, N., Piet, E. (2011). The Value of Green Buildings New Evidence from the United Kingdom, (July 2011), 1–43.
- CTE_LIDER_MANUAL. (2015). Tutorial para la realización de una Vivienda con Limitación de la Demanda Energética de una V U A , mediante la O P C I Ó N G E N E R A L con el P R O G R A M A la L I D E R © , para. *CTE Manual_LIDER*.
- Deng, Y, Wu, J. (2013). Economic returns to residential green building investment: The developers' perspective. *Regional Science and Urban Economics*, 47, 35–44. <http://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2013.09.015>
- Dinan, T. M., Miranowski, J. A. (1989). Estimating the implicit price of energy efficiency improvements in the residential housing market: A hedonic approach. *Journal of Urban Economics*, 25(1), 52–67. [http://doi.org/10.1016/0094-1190\(89\)90043-0](http://doi.org/10.1016/0094-1190(89)90043-0)
- Eichholtz, P., Kok, N., Quigley, J. M., Borenstein, S., Davis, L., Fisher, L., ... Wallace, N. (2011). THE ECONOMICS OF GREEN BUILDING The Economics of Green Building.
- Eurobarometro. (2014). *Standard Eurobarometer 82 Autumn 2014*.
- Fuerst, F., McAllister, P. (2011). The impact of Energy Performance Certificates on the rental and capital values of commercial property assets. *Energy Policy*, 39(10), 6608–6614. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.005>
- Fuerst, F., McAllister, P., Nanda, A., Wyatt, P. (2015). Does energy efficiency matter to home-buyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England. *Energy Economics*, 48, 145–156. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.12.012>
- García, L. (2015). Cuentas energéticas no habituales en edificación residencial. *Informes de La Construcción*, 67, 1–10. <http://doi.org/10.3989/ic.14.059>
- García-Hooghuis, a., Neila, F. J. (2013). Modelos de transposicion de las Directivas 2002/91/CE y 2010/31/UE; Energy Performance Building Directive; en los Estados miembros de la UE. Consecuencias e implicaciones. *Informes de La Construcción*, 65(531), 289–300. <http://doi.org/10.3989/ic.12.017>
- García-Navarro, J., González-Díaz, M. J., Valdivieso, M. (2014). «Estudio Precoste»: evaluación de los

- costes constructivos y consumos energéticos derivados de la calificación energética en un edificio de viviendas situado en Madrid. *Informes de La Construcción*, 66(535), e026. <http://doi.org/10.3989/ic.13.052>
- Horowitz, M. J., Haeri, H. (1990). Economic efficiency v energy efficiency Do model conservation standards make good sense ?, (August 1989), 122–131.
- Hyland, M., Lyons, R. C., Lyons, S. (2013). The value of domestic building energy efficiency — evidence from Ireland. *Energy Economics*, 40, 943–952. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.07.020>
- León, A. L., Muñoz, S., León, J., Bustamante, P. (2010). Monitorización de variables medioambientales y energéticas en la construcción de viviendas protegidas: Edificio Cros-Pirotecnica en Sevilla. *Informes de La Construcción*, 62(519), 67–82. <http://doi.org/10.3989/ic.09.045>
- Macías, M., García Navarro, J. (2010). Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. *Informes de La Construcción*, 62(517), 87–100. <http://doi.org/10.3989/ic.08.056>
- Mudgal, S., Lyons, R. (2013). Energy performance certificates in buildings and their impact on transaction prices and rents in selected EU countries, (April), 151.
- Noguera Checa Cristina. (2015). *Aproximación a la influencia de las certificaciones energéticas en los valores inmobiliarios*. UPC.
- Ortiz Jorge. (2015). Estudio exploratorio, sobre el impacto de la certificación energética de la vivienda, sobre la disposición a pagar de la demanda potencial en España, 1–42.
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, 40(3), 394–398. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.03.007>
- Reichardt, A., Franz Fuerst. (2012). Sustainable Building Certification and the Rent Premium : A Panel Data Approach.
- Ruá, M. J., López-Mesa, B. (2012). Certificación energética de edificios en España y sus implicaciones económicas. *Informes de La Construcción*, 64(527), 307–318. <http://doi.org/10.3989/ic.11.028>
- Sayce, S., Sundberg, A., Clements, B. (2010). Is sustainability reflected in commercial property prices: an analysis of the evidence base, (January).
- Sweatman, P., Managan, K. (2010). Financing Energy Efficiency Building Retrofits International Policy and Business Model Review and Regulatory Alternatives for Spain. *International Policy and Business Model Review and Regulatory Alternatives for Spain*, 1–68.
- Wiley, J. A., Benefield, J. D., Johnson, K. H. (2010). Green Design and the Market for Commercial Office Space, 228–243. <http://doi.org/10.1007/s11146-008-9142-2>
- Yoshida, J and Sugiura, A. (2010). Which Greenness is Valued Evidence from Green Condominiums in Tokyo.

ANEXO 1 – CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Código Técnico de la Edificación



Proyecto: Proyecto de 44 viviendas Area comercial y Estacionamiento en

Fecha: 11/12/2015

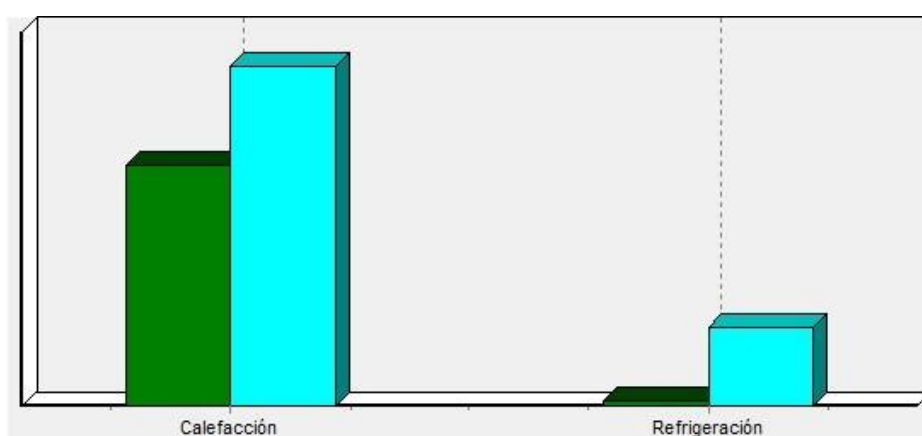
Localidad: Barcelona

Comunidad: Barcelona


2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	70,7	6,9
Proporción relativa calefacción refrigeración	97,8	2,2



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente incluye la comprobación de la transmitancia térmica de $1,2\text{w/m}^2\text{K}$ establecida para las particiones interiores, que separan las unidades de uso con el sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes que el edificio no calefactara.

 CTE <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1	Proyecto	
	Opción General	Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
		Localidad	Comunidad
		Barcelona	Barcelona

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

3.1. Espacios

3.2.


Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Nivel de estanqueidad 1	3	400,00	3,00
P02_E01	P02	Residencial	3	78,29	3,00
P02_E02	P02	Residencial	3	81,83	3,00
P02_E03	P02	Residencial	3	79,77	3,00
P02_E04	P02	Residencial	3	80,65	3,00
P02_E05	P02	Nivel de estanqueidad 1	3	36,72	3,00
P03_E01	P03	Residencial	3	78,29	2,70
P03_E02	P03	Residencial	3	81,83	2,70
P03_E03	P03	Residencial	3	79,77	2,70
P03_E04	P03	Residencial	3	80,65	2,70
P03_E05	P03	Nivel de estanqueidad 1	3	36,72	2,70
P04_E01	P04	Residencial	3	78,29	2,70
P04_E02	P04	Residencial	3	81,83	2,70
P04_E03	P04	Residencial	3	79,77	2,70
P04_E04	P04	Residencial	3	80,65	2,70
P04_E05	P04	Nivel de estanqueidad 1	3	36,72	2,70
P05_E01	P05	Residencial	3	78,29	2,70
P05_E02	P05	Residencial	3	81,83	2,70
P05_E03	P05	Residencial	3	79,77	2,70
P05_E04	P05	Residencial	3	80,65	2,70
P05_E05	P05	Nivel de estanqueidad 1	3	36,72	2,70

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P06_E01	P06	Residencial	3	78,29	2,70
P06_E02	P06	Residencial	3	81,83	2,70
P06_E03	P06	Residencial	3	79,77	2,70
P06_E04	P06	Residencial	3	80,65	2,70
P06_E05	P06	Nivel de estanqueidad 1	3	36,72	2,70
P07_E01	P07	Residencial	3	78,29	2,70
P07_E02	P07	Residencial	3	81,83	2,70
P07_E03	P07	Residencial	3	79,77	2,70
P07_E04	P07	Residencial	3	80,65	2,70
P07_E05	P07	Nivel de estanqueidad 1	3	36,72	2,70
P08_E01	P08	Nivel de estanqueidad 1	3	400,00	3,00

3.1. Cerramientos opacos

3.1.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)	Just.
BC con mortero aislante espesor 140 mm	0,324	1020,00	1000,00	-	10	--
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,410	900,00	1000,00	-	10	--
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,041	40,00	1000,00	-	1	SI
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,432	930,00	1000,00	-	10	--
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6	--
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4	--
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80	--
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1450,00	1050,00	-	50	--

 HE-1 Opción General	Proyecto	Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad	Barcelona	Comunidad Barcelona

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)	Just.
Azulejo cerámico	1,300	2300,00	840,00	-	1e+30	--
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,046	30,00	1000,00	-	20	SI
FR Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1,901	1740,00	1000,00	-	10	--
Cámara de aire ligeramente ventilada horizo	-	-	-	0,09	-	--
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm <	0,212	630,00	1000,00	-	10	--

3.1.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Muro_M1	0,43	BC con mortero aislante espesor 140 mm	0,140
		Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,015
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,060
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Muro_Contacto_Terreno	3,89	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,200
Forjado_PB	0,73	Azulejo cerámico	0,035
		Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,030
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,040
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,040
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,250
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020
Forjado	2,01	Azulejo cerámico	0,035
		Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,030
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,040

 HE-1 Opción General	Proyecto Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab
	Localidad Barcelona

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado	2,01	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,005
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,250
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,013
Cubierta	0,41	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,050
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,080
		FR Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250
		Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal	0,000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,013
Muros_divisores	0,52	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015
		Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E <	0,070
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,040
		Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E <	0,070
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,013


3.2. Cerramientos semitransparentes

3.2.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
VER_DC_4-12-6	2,80	0,54	SI

3.2.2 Marcos

Nombre	U (W/m ² K)	Just.
VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm	3,20	--

 CTE <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACION</small>	HE-1 Opción General	Proyecto Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab
		<table border="1"> <tr> <td> Localidad Barcelona </td> <td> Comunidad Barcelona </td> </tr> </table>
Localidad Barcelona	Comunidad Barcelona	

3.2.3 Huecos

Nombre	Balconera
Acristalamiento	VER_DC_4-12-6
Marco	VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm
% Hueco	15,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	2,86
Factor solar	0,47
Justificación	SI


Nombre	Ventanas
Acristalamiento	VER_DC_4-12-6
Marco	VER_Con rotura de puente térmico mayor de 12 mm
% Hueco	10,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	2,84
Factor solar	0,49
Justificación	SI

3.3. Puentes Térmicos|

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

HE-1 Opción General	Proyecto	Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad	Barcelona	Comunidad Barcelona


	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0,41	0,75
Encuentro suelo exterior-fachada	0,44	0,72
Encuentro cubierta-fachada	0,44	0,72
Esquina saliente	0,16	0,80
Hueco ventana	0,19	0,76
Esquina entrante	-0,13	0,82
Pilar	0,80	0,62
Unión solera pared exterior	0,13	0,74

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad	Comunidad
	Barcelona	Barcelona

4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m ²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P02_E01	78,3	1	74,9	62,1	0,0	0,0
P02_E02	81,8	1	63,9	64,3	0,0	0,0
P02_E03	79,8	1	91,8	64,3	0,0	0,0
P02_E04	80,7	1	100,0	62,8	0,0	0,0
P03_E01	78,3	1	53,3	68,7	0,0	0,0
P03_E02	81,8	1	47,9	74,6	44,2	13,2
P03_E03	79,8	1	68,6	71,3	0,0	0,0
P03_E04	80,7	1	83,0	74,3	0,0	0,0
P04_E01	78,3	1	52,4	69,3	40,0	13,8
P04_E02	81,8	1	46,9	74,9	47,1	13,8
P04_E03	79,8	1	68,7	77,1	0,0	0,0
P04_E04	80,7	1	82,5	74,6	0,0	0,0
P05_E01	78,3	1	51,8	73,6	42,5	14,0
P05_E02	81,8	1	46,3	70,5	44,2	13,5
P05_E03	79,8	1	67,6	71,0	0,0	0,0
P05_E04	80,7	1	82,5	74,4	0,0	0,0
P06_E01	78,3	1	51,6	69,5	0,0	0,0
P06_E02	81,8	1	46,5	75,2	47,7	13,9
P06_E03	79,8	1	67,7	71,4	0,0	0,0

 CTE <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1 Opción General	Proyecto Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
		Localidad Barcelona	Comunidad Barcelona

Espacios	Área (m ²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P06_E04	80,7	1	82,3	74,4	0,0	0,0
P07_E01	78,3	1	49,1	69,7	44,8	14,1
P07_E02	81,8	1	44,7	75,1	100,0	24,8
P07_E03	79,8	1	63,1	79,0	0,0	0,0
P07_E04	80,7	1	73,8	71,2	0,0	0,0

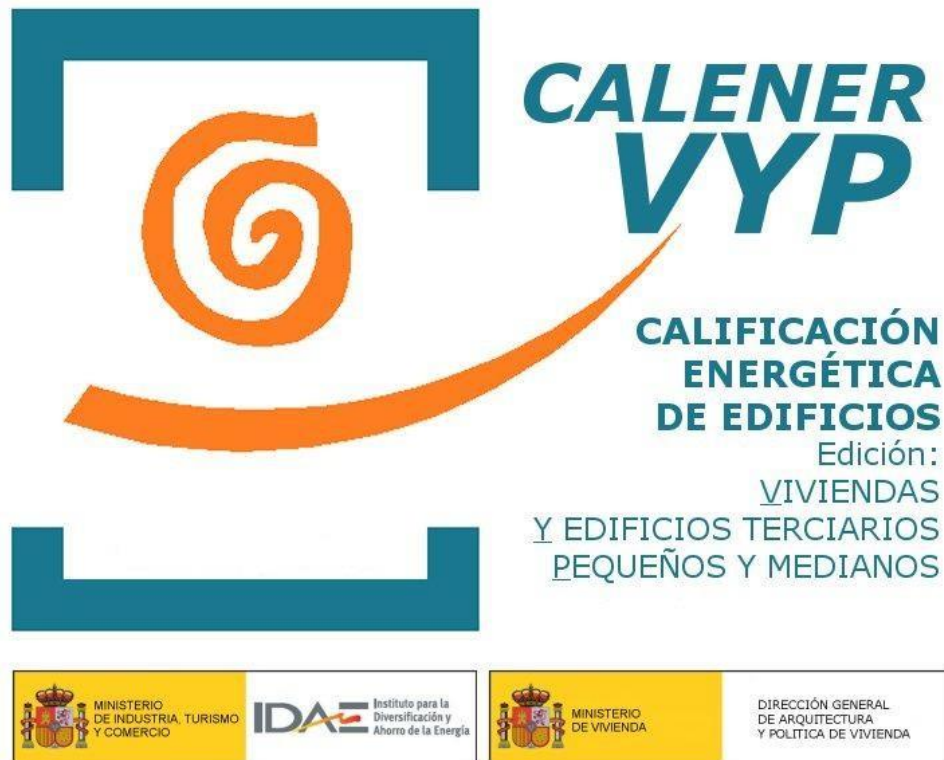
5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]
	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]
Acrilamiento	VER_DC_4-12-6


ANEXO 2 – CÁLCULO DE CERTIFICACION ENERGÉTICA

Calificación Energética



Proyecto: Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en

Fecha: 20/12/2015

 Calificación Energética	Proyecto Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad Barcelona	Comunidad Barcelona

1. DATOS GENERALES


Nombre del Proyecto Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sabadel	
Localidad Barcelona	Comunidad Autónoma Barcelona
Dirección del Proyecto calle tenerife bloque 12	
Autor del Proyecto Marcos Barboza	
Autor de la Calificación UPC	
E-mail de contacto marcos_barboza_77@hotmail.com	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Bloque	

3. Sistemas

Nombre	SISTE_P01-E01
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente
Zona asociada	P02_E01
Nombre demanda ACS	Demanda_ACS_P01_E01
Nombre equipo acumulador	ACUMULADOR_P02_E01
Porcentaje abastecido con energia solar	50,00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	50,0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80,0

Nombre	P2_02
---------------	-------


Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto1
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente1
Zona asociada	P02_E02
Nombre demanda ACS	Demanda_ACS_P01_E02
Nombre equipo acumulador	ACUMULADOR_P02_E02
Porcentaje abastecido con energía solar	50,00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	50,0

 Calificación Energética	Proyecto Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad Barcelona	Comunidad Barcelona

Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80,0
--	------

Nombre	SIS_P3_03
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto2
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente2
Zona asociada	P02_E03
Nombre demanda ACS	Demanda_ACS_P02_E03
Nombre equipo acumulador	ACUMULADOR_P03_E02
Porcentaje abastecido con energia solar	50,00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	50,0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80,0

Nombre	Sis_P03_04
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto3
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente3
Zona asociada	P02_E04
Nombre demanda ACS	Demanda_ACS_P02_E04
Nombre equipo acumulador	ACUMULADOR_P03_E04
Porcentaje abastecido con energia solar	50,00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	50,0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80,0

 Calificación Energética	Proyecto	Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad	Barcelona	Comunidad Barcelona


4. Equipos

Nombre	ACUMULADOR_P02_E01
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	68,80
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1,00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60,00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80,00

Nombre	ACUMULADOR_P02_E02
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	68,18
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1,00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60,00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80,00

Nombre	ACUMULADOR_P03_E02
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	68,18

--	--

	Proyecto	
	Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad	Comunidad
	Barcelona	Barcelona

Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1,00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60,00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80,00

Nombre	ACUMULADOR_P03_E04
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	68,18
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1,00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60,00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80,00

Nombre	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	26,00
Rendimiento nominal	0,95
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad

Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Condensacion-Defecto
---	--


Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Gas Natural

Nombre	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto1
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	26,00
Rendimiento nominal	0,95
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Condensacion-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Gas Natural

Nombre	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto2
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	26,00
Rendimiento nominal	0,95
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Condensacion-Defecto

parcial en términos de potencia	
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Gas Natural


Nombre	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto3
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	26,00
Rendimiento nominal	0,95
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Condensacion-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Gas Natural

 Calificación Energética	Proyecto	Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad	Barcelona	Comunidad

5. Unidades terminales

Nombre	UT_AguaCaliente
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E01
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,30

Nombre	UT_AguaCaliente1
---------------	------------------

 Calificación Energética	Proyecto	
	Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad	Comunidad
	Barcelona	Barcelona

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E02
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,30


Nombre	UT_AguaCaliente2
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E03
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,30

Nombre	UT_AguaCaliente3
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E04
Capacidad o potencia máxima (kW)	5,30

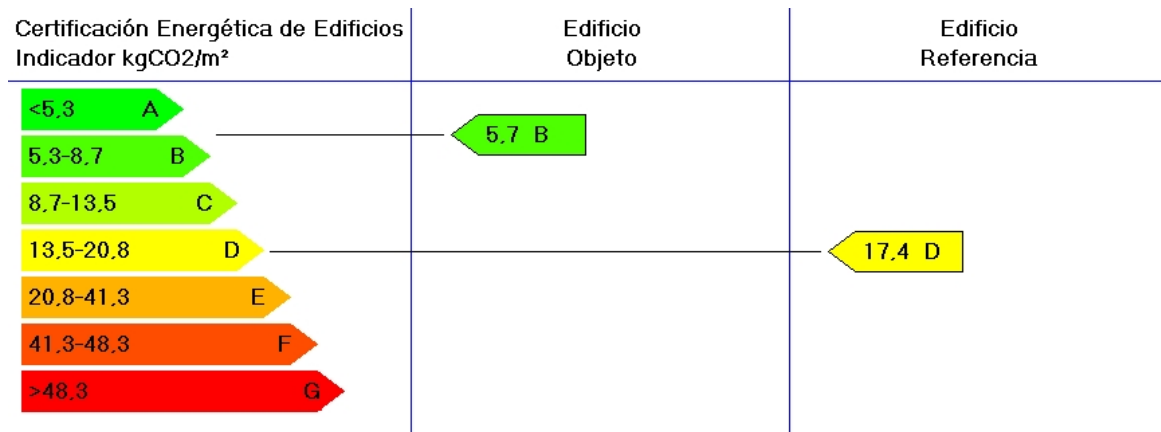
6. Justificación

6.1. Contribución solar

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
SISTE_P01-E01	50,0	30,0
P2_02	50,0	30,0
SIS_P3_03	50,0	30,0
Sis_P03_04	50,0	30,0

 Calificación Energética	Proyecto	
	Proyecto de 44 viviendas area comercial y estacionamiento en el Barrio Arraona Sab	
	Localidad	Comunidad
	Barcelona	Barcelona

7. Resultados



	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	C	14,5	50979,9	D	33,1	116882,5
Demanda refrigeración	A	0,5	1688,2	D	8,9	31299,2
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	B	4,0	14104,0	D	10,6	37375,6
Emisiones CO ₂ refrigeración	A	0,2	705,2	E	3,4	11988,4
Emisiones CO ₂ ACS	A	1,5	5289,0	D	3,4	12139,3
Emisiones CO ₂ totales	B	5,7	20098,2	D	17,4	61503,3
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	B	17,8	62599,0	D	48,1	169479,6
Consumo energía primaria refrigeración	A	0,8	2733,5	E	13,9	48826,8
Consumo energía primaria ACS	A	7,5	26581,7	D	14,2	50154,5
Consumo energía primaria totales	B	26,1	91914,2	D	76,1	268460,9

ANEXO 3 – PRESUPUESTO P.E.M

	PROJECTE EXECUTIU	
Promoció:	44 HABITATGES, LOCALS COMERCIALS I APARCAMENT	
	UE6. BARRI ARRAONA, SABADELL	CLAU. 0977121
Arquitecte:	MORA-SANVISENS, ARQUITECTES ASSOCIATS	
ÚLTIM FULL RESUM DE PRESSUPOST		
	P.E.M. Edificació:	4.692.415,78
	P.E.M. Condicionament Solar:	
	P.E.M. Seguretat i Salut	
	TOTAL P.E.M.	4.692.415,78 €
	13% Despeses Generals sobre Total P.E.M.	610.014,05 €
	6% Benefici Industrial sobre Total P.E.M.	281.544,95 €
	TOTAL DE CONTRACTE	5.583.974,78 €
	10% I.V.A.	558.397,48 €
	TOTAL DE LICITACIÓ	6.142.372,26 €
El pressupost total de licitació puja a l'expressada quantitat de xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Euros, amb xxxxxxxx cèntims, IVA inclòs.		

Tabla A 3.1 Coste de la edificación del proyecto para Licitat