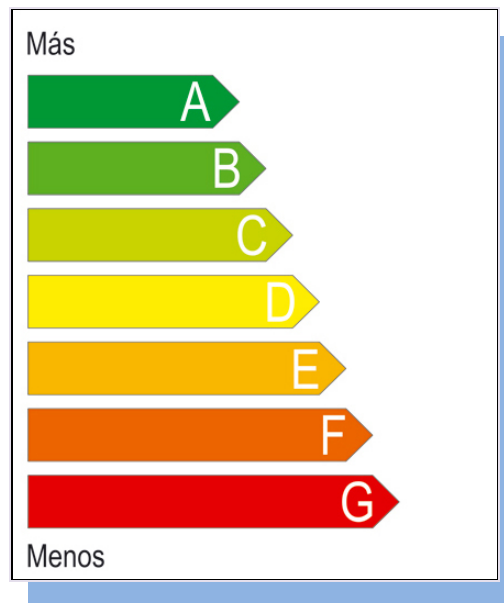


***CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN.
NORMATIVA EUROPEA Y DESARROLLO EN ESPAÑA.
CÁLCULO Y ANÁLISIS EN EDIFICACIONES. PROPUESTA DE
MEJORAS.***



CURSO 2010-2011
18 de Noviembre de 2.011

AUTOR:

NOELIA OLONA SOLANO
NIP 415832

DIRECTOR:

JOSÉ ANTONIO TURÉGANO ROMERO

MÁSTER OFICIAL EN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN. NORMATIVA EUROPEA Y DESARROLLO EN ESPAÑA. CÁLCULO Y ANÁLISIS EN EDIFICACIONES. PROPUESTA DE MEJORAS.

RESUMEN

El presente trabajo pretende realizar una revisión de la Certificación energética en la edificación y proponer mejoras tras el análisis efectuado. Desde el año 1993 se han ido implantando y adaptando Directivas Europeas al Marco Jurídico Español mediante tres documentos vigentes, el Código Técnico de Edificación (CTE), el procedimiento básico de Certificación Energética y el nuevo reglamento de Instalaciones Térmicas. Dentro de estos tres documentos de eficiencia energética, el procedimiento de certificación es uno de los instrumentos que permitirá reducir el 20% de las emisiones de efecto invernadero para el año 2020 (en base a los datos del año 1990), indicado en las pautas en el nuevo Plan de Acciones de Ahorro Energético en España en el periodo 2011-2020. Sin embargo es pertinente preguntarse si se están cumpliendo los objetivos esperados más allá de un enunciado formal sin el adecuado contraste práctico.

Se ha constatado que desde que se implantó el procedimiento de Certificación vigente, se ha producido un escaso efecto inductor en aplicar mejoras en el diseño del edificio estudiado o hacia nuevos proyectos, debido a las características del método de evaluación. Si a esto se añade la inexistencia de mecanismos de control y estímulo, no es extraño deducir el escaso efecto que ha tenido la certificación en el consumo inadecuado de energía en las nuevas viviendas. Reduciéndose el consumo como consecuencia únicamente de la aplicación del nuevo Código Técnico.

Se desarrolla la siguiente **metodología** que a continuación se expone:

1.- Revisión de amplia bibliografía respecto a la eficiencia energética en la edificación → **2.-** Análisis de los aspectos y experiencias de la implantación de la Certificación energética en la edificación en España y en Europa → **3.-** Evaluación del procedimiento y metodología en España, identificando inconvenientes → **4.-** Análisis del caso: Investigación centrada en los resultados obtenidos de monitorización en viviendas de barrio de Vadespartera (Zaragoza) que demuestran la necesidad de una mejora en el procedimiento de Certificación vigente, al determinar causas que originan variaciones en el consumo energético que no son reflejadas en el procedimiento vigente → **5.-** Desarrollo de la propuesta, realizando pre-certificaciones e inspecciones en obra para obtener Certificados energéticos reales y no teóricos. Basándose en recursos experimentales mediante ensayos realizados en viviendas analizadas (termografía e infiltraciones), los cuales han sido realizados en el presente trabajo. → **6.-** Conclusiones y resultado del trabajo.

Como aspecto innovador en el presente documento, se realiza estudios prácticos mediante el trabajo de campo que se ha realizado con el Grupo de Energía y Edificación desarrollado en Valdespartera [1]. Tras analizar y estudiar condiciones de confort y de consumo en viviendas con criterios sostenibles y eficientes, se han observados fallos existentes (3 parcelas) contrastándolo con la variación del consumo energético en calefacción. Determinándose pérdidas por los materiales, por la forma de ejecución o diseño, e incluso por un mal uso o hábitos de los vecinos. Se ha realizado un esfuerzo adicional en el aspecto experimental y de investigación del trabajo, realizando ensayos y análisis de trabajos de campo y contrastando resultados con ensayos de termografía e infiltraciones. Parte de la información que se obtiene tras estos ensayos abren nuevas líneas de investigación, mereciendo estudios adicionales por encima del objeto del presente trabajo.

Ante los resultados obtenidos del estudio, se plantea la siguiente propuesta alternativa de certificación: Se precisa una modificación del programa informático Calener, para realizar una pre-certificación, modificando el proceso mismo de certificación que debe incluir ensayos de Termografía, Transmisión de cerramientos e Infiltración en las edificaciones con una posterior validación de la pre-certificación realizada. Siendo muy interesante en la aplicación de la Certificación en edificios Rehabilitados, de próxima exigencia, para reducir su demanda energética, mejorando la relación coste-eficiencia.

ÍNDICE

1.-OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	4 Pág.
2.-PUNTO DE PARTIDA: DESCRIPCIÓN Y NORMATIVA	
2.1.- EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN.....	4 Pág.
3.- CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA. APLICACIÓN DE LA NORMATIVA EUROPEA E IMPLANTACIÓN EN EUROPA Y ESPAÑA.	
3.1- DESARROLLO EN EUROPA Y EXPERIENCIAS	8 Pág.
3.2- CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA.....	9 Pág.
3.2.1.-DEFINICIÓN Y OBJETIVOS.....	10 Pág.
3.2.2.-APLICACIÓN.....	10 Pág.
3.2.3.-VENTAJAS EN EL AHORRO ENERGÉTICO	12 Pág.
3.2.4.- INCONVENIENTES DETECTADOS.....	12 Pág.
3.3.- ¿COMO SE PLANTEA EL FUTÚRO?.....	13 Pág.
4.- ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE VALDESPARTERA (ZARAGOZA)	15 Pág.
5.- ALTERNATIVAS Y PROPUESTAS AL PROCEDIMIENTO DE CERTIFICACIÓN	
5.1.- MEJORAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN. ANÁLISIS PREDICTIVO....	19 Pág.
5.2.- POSIBLES INCORPORACIONES EN LA METODOLOGÍA ACTUAL.....	21 Pág.
5.3.- UN PASO POR DELANTE DE LA CERTIFICACIÓN ACTUAL.....	23 Pág.
6.- CONCLUSIONES.....	24 Pág.
7.- BIBLIOGRAFÍA.....	25 Pág.

1.-OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La elección del presente trabajo surge al ir conociendo la evolución y desarrollo de medidas de ahorro energético en la edificación mediante la experiencia laboral adquirida y mediante los conocimientos impartidos en el Máster Oficial en Energías Renovables y Eficiencia Energética por la Universidad de Zaragoza.

El trabajo va caracterizado por tres líneas de actuación:

1º.- Análisis y estudio de la Normativa vigente referente a la eficacia energética de edificios principalmente de uso residencial, haciendo una revisión de la implantación de la normativa Europea y de las experiencias obtenidas en diferentes países de Europa en el Cálculo de la Certificación energética. Y aplicación y estudio del procedimiento de certificación en España, revisión de inconvenientes detectados en el cálculo y en los resultados al ser teóricos.

2º.- Análisis y estudios de la eficiencia energética en viviendas ubicadas en el sector de Valdespartera (Zaragoza) mediante la monitorización con el Grupo de Edificación y Energía del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza [1], contrastando datos teóricos con datos a tiempo real. Permitiendo definir diferencias en el consumo energético debido a problemas de ejecución.

3º.- Propuesta de una alternativa al cálculo actual de La Certificación Energética en edificios, mediante Inspecciones predictivas en fase de obra (Termografía infrarroja, trasmittancia de cerramientos e infiltraciones), basada dicha propuesta en los resultados obtenidos en los estudios del apartado anterior.

A continuación se recogen los objetivos que se pretenden conseguir con el presente trabajo:

1. Conocer la evolución, desarrollo y objetivos de la normativa referente a la eficiencia energética en la edificación
2. Comparar la aplicación de la normativa europea en el proceso de Certificado de la edificación en diferentes países y en España.
3. Analizar la implantación del procedimiento de la Certificación energética de edificios residenciales en España
4. Análisis y estudio de viviendas eficientes ubicadas en Valdespartera, analizando el consumo energético. Sacar conclusiones para plantear el siguiente punto.
5. Plantear una propuesta de modificación del Procedimiento básico definido de Certificación energética, que permitirá mejorar la eficiencia del consumo y con ello un ahorro energético real, habiendo analizado mejoras con la Inspección predictiva en fase de obra.

2.-PUNTO DE PARTIDA: DESCRIPCIÓN Y NORMATIVA

2.1.- EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN

Como punto de partida es necesario definir el concepto de "Eficiencia Energética en la edificación" al ser un término polivalente y que es difícil de identificar cuantitativamente.

La eficiencia energética de un edificio es la cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio, que podrá incluir, entre otras cosas, la calefacción, el calentamiento del agua, la refrigeración, la ventilación y la iluminación (Definición según la Directiva 2002/91/CE [2].

Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos calculados, teniendo en cuenta [3]:

- El aislamiento y las características técnicas del mismo.

- El diseño de las instalaciones.
- La orientación, en relación con los aspectos climáticos, como la exposición solar y la influencia de construcciones próximas.
- La generación de energía propia.
- Y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía.

Partiendo de la definición de la Eficiencia, la primera línea a analizar es la gestión de la demanda de energía. Se han realizado nuevos estudios en diferentes países, con elevado nivel de desarrollo, en los que queda patente que el potencial técnico disponible actualmente es suficiente para cubrir todas las necesidades de la sociedad con mucho menos gasto de energía. Hay muchos ejemplos de aplicaciones de la eficiencia o técnicas de ahorro que son poco costosas y se amortizan con mucha rapidez [3]. Mucha tecnología disponible no se está utilizando en toda su capacidad para la mejora de la eficiencia, debido principalmente a una mala gestión y a la falta de formación técnica profesional.

Identificada la energía como factor principal de la economía a lo largo de los últimos 30 años, se ha procedido a instaurar, de forma permanente, una serie de elementos de planificación energética. El fomento de la eficiencia energética constituye una parte importante del conjunto de políticas y medidas necesarias para cumplir lo dispuesto en el **Protocolo de Kyoto** [4] cuyo objetivo es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y debe estar presente en todas las medidas que se vayan adoptando con el fin de dar cumplimiento a nuevos compromisos, tal y como se viene realizando en los 10 últimos años principalmente.

Centrándonos en la demanda energética de la edificación debido al crecimiento del consumo energético en ese sector (Anexo 1, Gráfico 2), a continuación se va a citar la normativa europea al respecto:

Año 1989.-Se comenzó a actualizar la normativa europea vigente con la **Directiva 89/106/CEE**, la cual exigía que las obras de construcción y las instalaciones de calefacción, refrigeración y ventilación fueran diseñadas y realizadas de tal forma que la cantidad de energía necesaria para su utilización sea reducida, habida cuenta de las condiciones climáticas del lugar y los ocupantes.

Año 1993.- Posteriormente en el año 1993, con la Directiva 93/76/CEE, relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE), se solicitaba instaurar y aplicar programas de rendimiento energético en el sector de los edificios e informar sobre su aplicación.

Año 2002.- Para completar la Directiva 1993 se aprobó la **DIRECTIVA 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios** [5]. Con esta nueva Directiva europea pretendía ser el instrumento de la anterior directiva la cual marcaría claramente los objetivos de ahorro energético en la edificación, hasta la aprobación de la nueva Directiva 2010/31/UE [6].

En la Directiva 2002/91/CE se definen las medidas para fomentar la mejora de la eficiencia energética de los edificios teniendo en cuenta las siguientes características, condiciones climáticas y las particularidades locales, entorno ambiental interior y relación coste-eficacia.

La Directiva aprobada ha supuesto un importante punto de inflexión en el sector de la edificación. Se pretendía mejorar el parque de edificación existente y rehabilitar edificaciones existentes para obtener un ahorro energético, y mejorar el consumo energético con un ahorro en la edificación de nueva construcción.

La directiva se traspuso al marco jurídico español, principalmente, mediante tres Reales Decretos. Con la aprobación del Código técnico de la edificación (en adelante CTE), Nuevo reglamento de Instalaciones térmicas y la aprobación del Procedimiento básico para la certificación energéticas en edificios de nueva construcción, se han dado grandes pasos necesarios debido a que con los datos disponibles del Ministerio de Turismo y Cultura [7], obtenemos el gráfico 1 del Anexo 1 se

observa un creciente protagonismo de consumo de energía en los sectores residenciales y de servicios, compuesto en su mayoría por edificios, donde absorbe más del 40 % del consumo final de energía en la Comunidad [5].

El Código Técnico de la Edificación en el 2.006 define un objetivo básico de «Ahorro de energía», resumido en el Anexo 2, que consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los *edificios*, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento* [8]. El RITE indica instalaciones térmicas más eficientes y el Procedimiento básico de Certificación pretende obtener un control de la eficiencia energética del parque edificatorio de España.

Año 2006 al año 2010. La actividad relacionada con el ahorro y la eficiencia energética en el sector de edificios sigue avanzando en Europa mediante las líneas de actuación que proponen dos directivas, la Directiva 2006/32/CE, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos[9] y la Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo de 2010 ya mencionada, relativa a la Eficiencia energética de los edificios, refundida de la anterior Directiva 2002/91/CE. [6]

En España, actualmente, se ha comenzado a definir la hoja de ruta que deberá guiarnos hacia los objetivos marcados por la refundición de la Directiva 2010/31//CE y en este sentido se ha iniciado el proceso de transposición tanto de los requisitos mínimos de eficiencia energética del Código Técnico de la Edificación, del RITE como de la certificación energética cuya primera revisión está prevista para el año 2011 y 2012. En general la Directiva precisa y completa con novedades como es la metodología de cálculo de los requisitos mínimos de eficiencia energética y la promoción de los edificios de consumo de energía casi nulo.

Posteriormente y en base a las Directivas europeas se han desarrollado varios Planes nacionales de Acción de ahorro Energético y eficiencia siendo el actual el Plan de Acción 2011-2020 [10] cuyo objetivo es reducir en el año 2020 un 20% nuestro consumo energético [9]. En el Sector *Edificación y Equipamiento*, se incluye la medida de mejora de la eficiencia energética de la envolvente edificatoria del parque edificatorio existente (la rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes se sitúa como segunda medida de mayor importancia según los criterios de priorización). Actualmente en el sector se sitúa el objetivo de **ahorro de energía primaria en el 15,6%**, con medidas tales como la envolvente edificatoria, las instalaciones térmicas y de iluminación y la alta calificación energética.

Se adjunta en el Anexo 1 los ahorros energéticos obtenidos en el 2.010 por Sectores (Tabla 3) y por medidas (Tabla 4), y las previsiones para futuros años por sector y por medidas en el Sector de edificación y equipamientos (Tabla 5).

Respecto a la cuantificación de los ahorros energéticos obtenidos en el año 2010 respecto a los años 2004 y 2007 se indica que los ahorros obtenidos en 2010 en el sector Edificación y Equipamiento se sitúan **en 22ktep(mil toneladas equivalente de petróleo) (energía final) y 42 ktep (energía primaria)** por la medida de rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes. Los ahorros se atribuyen, en un **73%**, a las mejoras sobre la envolvente y las instalaciones térmicas, y, en un **29%**, a las mejoras de la eficiencia energética en iluminación —de nuevo, en este uso, los ahorros se localizan, mayoritariamente, en el parque de edificios de uso terciario.

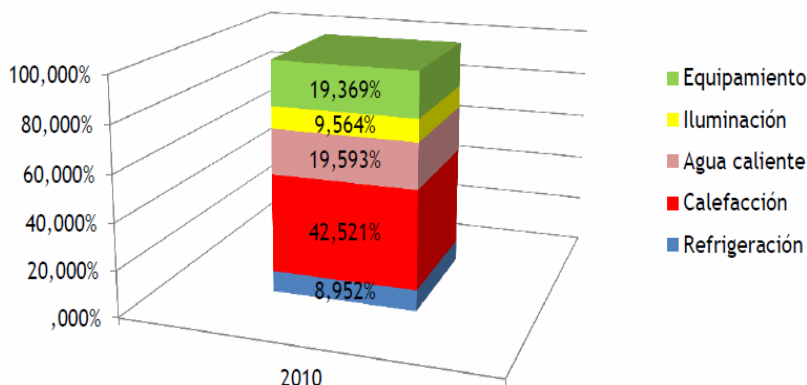
Los **criterios** a tener en cuenta en el Sector de la edificación con el Plan de acción para el ahorro energético son:

- Aislamientos térmicos y ventanas que mejoren la eficiencia energética
- Iluminación de bajo consumo y LED en edificios
- Equipos de climatización y enfriadoras de agua de alta eficiencia energética
- Calderas de alta eficiencia energética
- Radiadores por agua a baja temperatura y suelos/techos radiantes

- Sistemas de climatización de distrito (*District Heating*)
- Ascensores y elevadores de alta eficiencia energética
- Sistemas de gestión, control y regulación de la iluminación y climatización en edificación

Para determinar la importancia de mejorar el consumo térmico en la edificación, disponemos a continuación de un diagrama de datos (diagrama 1) que refleja que el consumo térmico es el doble del consumo eléctrico.

Diagrama 1-Distribución de consumo en el Sector Edificios (Año 2010)



Fuente: MITYC /IDAE.*

El ahorro de energía primaria, en calefacción y refrigeración, entre un edificio de vivienda plurifamiliar tipo del stock existente en el año 2006 y un edificio que cumpla estrictamente el Código Técnico de la Edificación es de aproximadamente un 50%, siendo este porcentaje del 70% para una vivienda plurifamiliar que cumpla estrictamente el Código Técnico de la Edificación y un edificio clase A, en cuanto a consumo de energía primaria en calefacción y refrigeración. Se observa la evolución en el diagrama de bloques 3 del Anexo 1.

“FUTURO”, a partir del año 2021 todos los edificios de vivienda construidos en España deberían de tener un consumo de energía primaria un 70% inferior a los edificios construidos bajo la normativa actual y un 85% inferior a los edificios representativos del stock para el año 2006.

Cabe destacar que todos estas previsiones son teóricas por lo que deberían ser contrastadas con el efecto real de la aplicación de las normativas hasta la fecha y su proyección subsiguiente.

3.- CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA. APLICACIÓN DE LA NORMATIVA EUROPEA E IMPLANTACIÓN EN EUROPA Y ESPAÑA

3.1.- DESARROLLO EN EUROPA Y EXPERIENCIAS

Países como Dinamarca, Reino Unido, Francia, Irlanda ... cuentan con una legislación en materia de calificación energética que lleva años en práctica, antes de la aplicación de la Directiva Europea 2002/91/CE [10][11], como a continuación exponemos de alguno de ellos.

Dinamarca es uno de los países con mayor trayectoria en este tema, habiendo realizado certificaciones energéticas de edificios desde 1998.

Características:

- Obligado cumplimiento en edificio de nueva construcción con un uso no industrial, viviendas y de servicios (También contempla su aplicación para edificios ya construidos de menos de 1.500 m²).
- La clasificación energética comienza con A1 y termina C5, de mayor a menor.

- Diferencias relevante con España: Aparte de incluir información sobre el consumo energético y las emisiones de CO₂, se proporciona información sobre el consumo de agua del edificio, y se hace una predicción del consumo anual esperado de agua y energía.

Reino Unido es uno de los países de la Unión Europea que antes impuso el proceso de certificación energética, en el año 1995.

Características:

- Aplicable a viviendas y nuevas construcciones.
- La clasificación en este país, recibe el nombre de **SAP**, y va desde **1**, que corresponde a la menor calidad energética, hasta **100**. (A partir de 80 es nivel alto). La información que nos aporta esta clasificación se basa en el coste anual de energía para calefacción y agua caliente sanitaria.
- Diferencia con la normativa actual: no se valora la localización del edificio, su climatología, ni consumos de iluminación y electrodomésticos.

Francia: Su normativa data del año 2000.

Características:

- Obligado cumplimiento en edificios no industriales y de nueva construcción.
- Se establece que el consumo de energía para las instalaciones de calefacción, producción de agua caliente sanitaria, ventilación, climatización y, en determinados casos, iluminación debe ser menor que un consumo establecido como de referencia, según la zona del país donde se localice el edificio.
- Dos métodos, simplificado para edificios de menos de 220 m², y otro más complejo para realizar por profesionales del sector.

A continuación en la tabla adjunta (tabla 2) se aporta los datos localizados de aplicaciones de la Certificación Energética en edificios en EUROPA:

Tabla 2.- Relación de datos y avances en Europa desde 1.993 hasta determinados periodos.

PAÍSES	DATOS	PERIODO	AVANCE
Más avanzados			
DINAMARCA	160.000 viviendas 25M€ invertidos, 125M€ ahorrados [12]	3 años y medio (hasta 2001)	45.000-50.000 cert/año
REINO UNIDO	600.000 edificios nuevos- 300.000 edificios existentes [13]	Hasta el año 2001	170.000 edificios/año
ALEMANIA	Aplica desde el año 2009. OBLIGATORIO Edificios nuevos y existentes. [14-15-16]		Nuevo proyecto. Plus Energie Haus
IRLANDA	Aplica desde el año 2009. Edificios nuevos y existentes.		170.000 cert/año MÁS PRAGMÁTICOS
LUXEMBURGO	Aplica desde el año 2008. Edificios nuevos y existentes.		9.000 cert/año MÁS PEQUEÑO
ITALIA	Aplica desde el año 2009. Edificios nuevos y existentes.		220.000 cert/año MÁS RETRASADOS
Más retrasados: Grecia, Estonia y Finlandia			

3.2.- CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA.

Como se ha puntualizado en el anterior capítulo la Comisión europea retoma el objetivo de la certificación de edificios en 2002 y pone **una fecha límite, el año 2007**, para su incorporación a la práctica de los países miembros previa actualización de las correspondientes normativas [5].

Únicamente se adelantó la comunidad del **País Vasco**, en el año 1993, debido a la aplicación de la Directiva 2002/91/CE. Existiendo en el año 2.003, **13.969 certificados provisionales de viviendas** [16].

En España se apuran los plazos, pero finalmente se acaba publicando el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la Certificación energética de edificios de nueva construcción.

El registro, control externo y la inspección de los certificados de eficiencia energética son competencia de las Comunidades Autónomas. El control externo se efectúa sobre los certificados tanto del proyecto como del edificio terminado. Pudiendo concluir que está siendo muy lento la aplicación directa de dicho procedimiento en cada Comunidad Autónoma.

Hasta la fecha las siguientes Comunidades Autónomas han aprobado legislación de desarrollo del Real Decreto: Andalucía, Galicia, Canarias, Extremadura, Comunidad Valenciana, Navarra y Castilla La Mancha. Cataluña dispone de un registro no oficial de los certificados energéticos. Sin embargo, no se ha conseguido información sobre los resultados de esta actividad de control ni sobre la actividad misma de la certificación oficialmente en estas comunidades.

En Aragón, la normativa está en permanente estado de espera, no hay articulado, ni se ha ensayado, un procedimiento. Por ello, en Zaragoza no existe un órgano competente que revise y confirme el certificado energético.

3.2.1.- DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

El "Certificado de eficiencia energética de un edificio", según el Real Decreto que lo exige, es un certificado reconocido por el Estado miembro, o por una persona jurídica designada por él, que incluye la eficiencia energética de un edificio calculada con arreglo a una metodología basada en el marco general figura para poder comparar los resultados.

Este certificado incluye información objetiva¹ sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía[17].

El Certificado se plasma con la "Etiqueta de eficiencia energética" siendo un distintivo que señala el nivel de calificación de eficiencia energética obtenida por el proyecto de un edificio o por el edificio terminado. La calificación de eficiencia energética asignada al edificio será la correspondiente al índice de calificación de eficiencia energética obtenido por el mismo, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

El índice de calificación de eficiencia energética C de este tipo de edificios, es el cociente entre las emisiones de CO₂ del edificio a certificar y las emisiones de CO₂ del edificio de referencia. Este índice expresará, en tanto por uno, la relación entre las emisiones de CO₂ estimadas del edificio a certificar, necesarias para satisfacer las demandas asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación del edificio y las emisiones de CO₂ del edificio de referencia.

3.2.2.- APLICACIÓN

Actualmente el Procedimiento básico de Certificación energética es de aplicación en:

- Edificios de nueva construcción.
- Modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes, con una superficie útil superior a 1.000 m² donde se renueve más del 25 por cien del total de sus cerramientos.

¹ Información objetiva por cuanto proviene de una evaluación teórica de la demanda energética a partir del proyecto visado. Pero el término objetivo no debe llevar a equívoco sobre la verosimilitud de los resultados de la evaluación.

Excluyéndose aquellas edificaciones que por sus características de utilización debieran permanecer abiertas, edificios protegidos oficialmente que no permitieran alterar su aspecto, edificios de culto, edificios provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años, edificios industriales y agrícolas, en la parte destinada a talleres, procesos industriales y agrícolas no residenciales, edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m² y edificios de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas.

Se definen y crean los denominados documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética, que se definen como documentos técnicos, sin carácter reglamentario, debiendo contar con el reconocimiento conjunto del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y del Ministerio de Vivienda. Deberán contener programas informáticos de calificación de eficiencia Energética, de especificaciones y guías técnicas o comentarios sobre la aplicación técnico-administrativa de la certificación de eficiencia energética y cualquier otro documento que facilite la aplicación de la certificación.

La exposición de estos principios queda coja al no haber arbitrado elementos exigibles a las mencionadas aplicaciones, en particular: la exigencia de su aplicación en línea lo que permitiría documentar en una base de datos ad hoc todo el historial de certificaciones con un objeto meramente estadístico y, además, como elemento clave de un proceso de mejora en el tiempo, incorporar la exigencia de que las mencionadas aplicaciones incorporaran sistemas de optimización que permitieran al técnico no sólo evaluar su edificio sino analizar los puntos de posible mejora y su peso relativo.

Actualmente, la herramienta informática CALENER, es el único programa que está aprobado. Existe la opción simplificada que permite que el edificio obtenga la certificación D o E completando unas fichas[18]. La opción general permite obtener un resultado más satisfactorio.

Según el artículo 6 del Real Decreto 47/2007[17], indica que “el certificado de eficiencia energética del proyecto será suscrito por el proyectista del edificio o del proyecto parcial de sus instalaciones térmicas, quedando incorporado al proyecto de ejecución. La certificación de un edificio terminado será suscrita por la Dirección facultativa de la edificación, formará parte del Libro del edificio y será entregado al órgano competente de la Comunidad Autónoma. Teniendo una validez de 10 años. Tras la certificación energética el promotor o vendedor de vivienda tiene la obligación de dar esa información al propietario con el fin de conocer su vivienda, y disponer de un control del consumo en la manera de lo posible, implicando un uso racional de la energía y el correspondiente ahorro energético”.

Se están realizando estudios por expertos en la materia que plasman conclusiones que exponemos en el presente trabajo, como que se debe mejorar el control de los certificados elaborados en cada Comunidad Autónoma para poder estudiarlos y sacar conclusiones [19]. Otro de las apreciaciones que se recoge es que, tras justificar mediante cálculos entre varios edificios, se emite más emisiones de CO₂ en alguno de ellos que tiene nivel superior de clasificación energética. Análisis que dan consistencia a los planteamientos que proponemos como “alternativa” al procedimiento de certificación actual.

3.2.3.- VENTAJAS EN EL AHORRO ENERGÉTICO

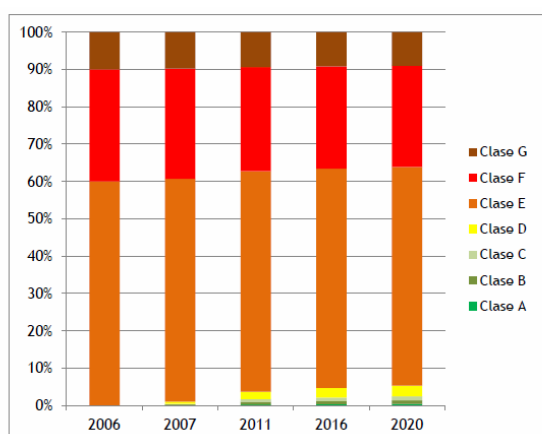
Los edificios del parque edificatorio actual, construidos con anterioridad al CTE, se concentran mayoritariamente en las clases de eficiencia E y F y solo a partir del año 2007, con la entrada en vigor del Real Decreto de certificación y del CTE, ha comenzado a evolucionar lentamente hacia clases mejores. A partir de ese año se ha producido un progresivo crecimiento del porcentaje de superficie

de edificios con alta calificación energética, letras A y B. Durante el periodo 2011-2020, se prevé pasar del 1% de la superficie del parque de edificios en el año 2011, al 1,4% en el año 2020 [7].

La aprobación del procedimiento básico para la obtención de la calificación energética implica la promoción de la eficiencia energética.

Este bajo grado de penetración de los edificios con alta calificación energética reflejado en el gráfico 3, en relación con el parque de edificios existente, es debido en primer lugar, a las reducidas expectativas de construcción de nueva edificación en el periodo 2011-2020 (3,7% de crecimiento en el periodo). Por ej., en el caso de la vivienda, la previsión de evolución de los hogares en este periodo es casi plana.

Gráfico 3.- Previsión de la evolución de la clase energética en edificios (2.016-2.020)



Fuente: IDAE.

Aun considerando que los nuevos edificios tendrán que tener una calificación energética mínima de clase C, una vez que se modifique el Código Técnico de la Edificación, y que se promocionará —gracias a este Plan de Acción 2011-2020 y el apoyo de otras políticas públicas de la Administración del Estado, como es el caso del vigente Plan Estatal de Vivienda y Rehabilitación, y en su caso con los planes que le den continuidad hasta el año 2020— la construcción de edificios de las clases A y B y de edificios de consumo de energía casi nulo, su peso en relación con el parque construido será bajo. Debido a la experiencia de la implantación de medidas anteriores, y los actuales problemas en el sector de construcción puede ser muy optimista la previsión estimada por el IDAE en el gráfico 3.

3.2.4.- INCONVENIENTES DETECTADOS

Tras el manejo del programa CALENER VYP se ha detectado que aunque está considerada una herramienta potente, carece de recursos de arquitectura y de aspectos importantes en la base de datos para el cálculo de la certificación además de otras limitaciones que eviten “trucos” para mejorar la evaluación.

Tras la recopilación de información de profesionales como arquitectos técnicos e Ingenieros industriales en el municipio de Zaragoza, y revisar bibliografía [15] se recogen a continuación diferentes problemas concretos detectados en el uso de la herramienta a emplear:

- Dificultad en representar soluciones constructivas (p.e. invernaderos o galerías exteriores) y determinadas instalaciones (sistema de geotermia, 2 o más calderas).
- Imposible definir espacios acondicionados para calefacción pero no refrigerados.
- La calificación varía con la introducción de energías renovables pero solo permite colocar caldera de biomasa, el resto de energías renovables se debe hacer a través de Calener GT.
- El sistema de dibujo no es práctico, debería existir una opción compatible con autocad. Si no fuese esto posible, deberían crear más funciones de dibujo.

- Para evitar que haya condensaciones en los cerramientos, en muchos casos la solución constructiva más adecuada es la colocación de una barrera de vapor en la cara caliente del aislamiento. Lider no está adaptado para incorporar directamente la barrera de vapor como una capa, por lo que para resolver el problema, hay que definir el material barrera de vapor mediante parámetros "ficticios".
- Se deberían ampliar las capacidades del programa LIDER para incluir edificios grandes, sin tener que recurrir a la división de los mismos en varias partes. Las limitaciones de 100 espacios y 500 elementos resultan demasiado restrictivas.
- No incorpora métodos de optimización que ayuden al diseñador a optimizar espesores de aislamientos, acristalamientos y otros.

Con respecto a las clasificaciones obtenidas:

- No se aprecian grandes cambios en la certificación cambiando el cerramiento y las instalaciones. Por ejemplo mejorando su calidad respectivamente un 20% y 30%, no cambia de clasificación. Existen grandes saltos entre los intervalos definidos.
- No tiene sentido que solo por poner una caldera de biomasa el edificio tenga calificación energética A, y si no se usa nunca y se usa una de apoyo de gas.
- Del mismo modo, la modificación de la eficiencia de la caldera puede suponer un ascenso automático sin valorar otros componentes que afectan más fuertemente al consumo.

3.3.- ¿CÓMO SE PLANTEA EL FUTURO?

"EUROPA SIGUE AVANZANDO"

Con fecha 19 de Mayo de 2010 se aprobó la siguiente **Directiva 2010/31/UE** relativa a la eficiencia energética de los edificios [9] que modifica la anterior Directiva 2002/91/CE. El motivo es fomentar la eficiencia energética en la edificación ya que el sector de la edificación está en expansión y que implicará un aumento de consumo de energía, siendo necesario por ello, reducir el consumo energético y aumentar el uso de energía renovable para reducir la dependencia energética y reducir las emisiones de CO₂. Teniendo en cuenta el compromiso de mantener el aumento de temperatura global de 2°C y su compromiso de reducir las emisiones totales de gases de efecto invernadero como mínimo el 20% con respecto a los niveles del año 1.990, y en un 30% en caso de un acuerdo internacional. Se deberá aplicar y publicar, a más tardar, el 9 de julio de 2012.

El principal objetivo de dicha Directiva definir las medidas que además de que se cumplan los requisitos mínimos vigentes con las anteriores Directiva, sean más eficientes. Por ello indica que cada país, se elaboren planes para aumentar el número de edificios de **Consumo casi nulo**, siendo un punto importante, que los edificios públicos sirvan de ejemplo y así lo muestren.

Los plazos son los siguientes:

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

Se ha detectado un aumento de aire acondicionado en los edificios, por ello se deben mejorar las estrategias que mejoren el comportamiento térmico como mejorar el sombreado y definir la inercia térmica necesaria en los materiales. Además es necesario realizar inspecciones del buen funcionamiento del sistema de calefacción y refrigeración.

Con respecto a la materia de Certificación energética, se remarcar la necesidad de existir un sistema de control independiente en cada país. Incidiendo en la Difusión e información de la certificación de las edificaciones.

El certificado deberá incluir recomendaciones para la mejora de niveles óptimos de eficiencia energética, en el marco de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas, u otras medidas de elementos del edificio. Siendo técnicamente viables, pudiendo incluir una estimación de la recuperación de la inversión o la rentabilidad durante su ciclo de vida útil. Informando al propietario donde obtener mayor información al respecto.

Respecto a la Certificación de eficiencia energética de edificios existentes está pendiente de trasponer al derecho interno español. La ley de Economía Sostenible ha dado un plazo de 6 meses para su publicación, que vence a principios de septiembre de 2011.

Para financiar la construcción de estos edificios de alto nivel de desarrollo energético se emplaza a los países de la UE a que, como muy tarde el 30 de junio de 2011, presenten planes de acción nacionales que introduzcan instrumentos financieros[20].

Lamentablemente no hay seguimiento que permita evaluar no solo el grado de aplicación de estas normas y/o recomendaciones ni la eficacia de los proyectos realizados en cuanto a eficiencia real energética.

4.- ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE VALDESPARTERA (ZARAGOZA).

Tras realizarse un análisis experimental en el Barrio de Valdespartera (Zaragoza), se puede comprobar que un mal uso de los sistemas pasivos hace que no se consigan los beneficios esperados, y que por consiguiente que el procedimiento de la certificación energética sea teórico pero no real en todos los casos.

Como comprobación experimental pueden citarse los estudios basados en consumos de más de mil viviendas, y la monitorización del estado de confort que está desarrollando como trabajo de investigación el equipo GEE en el proyecto Renaissance del programa CONCERTO en Valdespartera [21]. En particular este capítulo recoge los datos sobre 141 viviendas analizados para este trabajo y cuyos resultados se han completado con los obtenidos por el equipo GEE [22].

Renaissance es un proyecto europeo en el que se enmarcan los proyectos y ejemplos bioclimáticos de nueva construcción y rehabilitación en Zaragoza. A través de actividades paralelas de ensayo, investigación y desarrollo, difusión y formación, el proyecto RENAISSANCE pretende promover la introducción de soluciones energéticas sostenibles integradas a las comunidades a lo largo de Europa.

Valdespartera ha sido elegida como proyecto en estudio dentro del programa mencionado, siendo un nuevo barrio en el Sur de Zaragoza con una extensión de 243 Ha. Las viviendas (9.687) se han ido edificando desde el año 2.004, estando actualmente sólo alguna promoción en construcción. Los requerimientos de estas viviendas se adelantaron al Código Técnico (año 2006) y definiéndose en su Plan Parcial unos criterios de Ecociudad fundados en tres ejes:

- La ordenación de las edificaciones (aprovechando el Sol según su orientación, definiendo ventilación cruzada, etc.).
- El diseño arquitectónico de las edificaciones con diferentes requisitos como aleros en fachadas o limitación de superficies de ventanas en fachadas.
- Los materiales de construcción como exigencia de los muros acumuladores en las fachadas Sur a través de las galerías acristaladas o materiales naturales concretos en la carpintería.

Además se han definido otro tipos de criterios como la definición de zonas interiores en parcelas, aprovechamiento solar en el ACS (mínimo el 30% del consumo), exigencia de instalaciones eficientes, instalación de calderas centralizadas, etc. También hay definidas medidas sostenibles en la urbanización, no siendo objeto del presente trabajo.

La simulación inicial con el programa Design Builder desarrollada por el GEE preveía entre 18/30 kWh/m²-año para la demanda en calefacción dependiendo fundamentalmente de la orientación y unos 16/24 kWh/m²-año en demanda en refrigeración. Una vez eliminadas aquellas viviendas que presentan consumos reducidos por razones como escasa o nula ocupación de la vivienda, los valores de consumos de calefacción, en algunos casos, llegan a suponer hasta cuatro veces más los obtenidos en la simulación.

La identificación de las causas y la cuantificación de su efecto en el consumo están en estudio dentro del proyecto y necesita todavía de la obtención de datos a lo largo de un año más. Sin embargo el análisis de termografías, infiltraciones, encuestas personalizadas y datos de consumo por bloques e individuales permite adelantar un resumen de causas:

Por causas generales:

- Inadecuado planteamiento en el plan parcial o en la interpretación del mismo (por ej. calefacciones colectivas de bloque que afectó a los proyectos iniciales hasta ser corregido a propuesta del GEE)
- Variaciones del proyecto que en algunos casos llegan a parciales incumplimientos del plan parcial (por ej. extensión de las galerías a toda la fachada, ubicación de cocinas al sur o incluso inexistencia de galería)

Aspectos constructivos y de dirección de obra:

- Detalles constructivos mal resueltos o materiales de baja calidad (por ej. en el cierre de galerías, mínimo espesor de aislamiento)
- Incorrecto proceso constructivo (por ej. en la aplicación de aislamiento para corrección de puentes térmicos)

Relativos a las instalaciones auxiliares:

- Instalaciones auxiliares ineficientes (por ej. con sistemas de distribución mal aislados)
- Instalaciones fuera de uso (caso de la mayoría de las instalaciones de captadores térmicos solares)
- Mantenimiento ineficiente (probablemente en relación con costes a la baja)
- Uso ineficiente (la mayoría de las instalaciones de calefacción estudiadas, 3 de 4, tienen definida una disponibilidad de 24 horas con usos que varían con cada usuario. Se identifica así un consumo en distribución muy elevado)

Relativos al modo de uso:

- Mal uso de la vivienda bioclimática (por ej. Uso de la galería o de la ventilación cruzada)
- Criterios de confort inadecuados (por ej. T en invierno que superan los 23°C las 24 h del día y T en verano por debajo de esos 23°C)
- Horarios de uso de los sistemas auxiliares poco meditados. Este, claramente en conexión con el último del bloque anterior, es consecuencia de recomendaciones en el sentido incorrecto de administradores y/o mantenimiento.

Según los datos y el análisis anterior, resulta evidente que el proceso de certificación, cuando se aplica, lo hace en escasos edificios, y además, la documentación no suele reflejar exactamente el proyecto ejecutado e ignorando aquellos aspectos mencionados aquí que afectan al consumo y que implican desviaciones muy significativas entre teoría y práctica. En coherencia con esta conclusión el trabajo propone un cambio significativo en el proceso de certificación que se presenta en el capítulo siguiente.

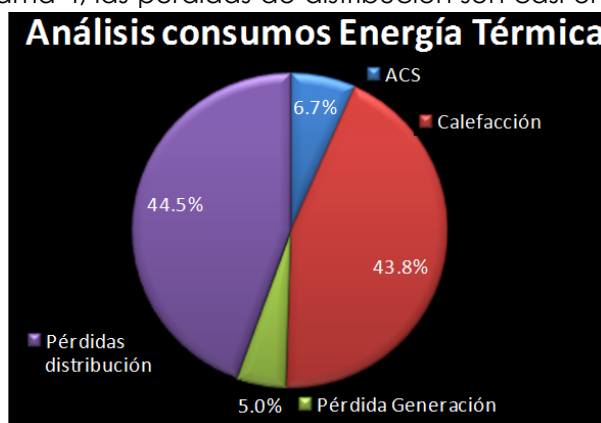
A continuación, el presente capítulo se completa con un resumen del trabajo experimental utilizado.

ESTUDIOS REALIZADOS: El estudio realizado en el barrio se ha basado en la monitorización de **141 viviendas** que controlan diferentes aspectos asociados al confort y al consumo energético a través de sondas de temperatura, de humedad, y contadores de consumo eléctrico, de agua caliente de calefacción, de agua potable, etc. Todos estos elementos están cosidos por la Red de telemando del barrio, que consiste en un bus de campo de fibra óptica que recibe la información de las sondas las cuales a través del servidor existente en el Centro de Urbanismo Sostenible de Valdespartera [23], se recibe la información a tiempo real para ser estudiada.

Se puede avanzar que tras los resultados del seguimiento de los consumos térmicos en viviendas de Valdespartera reflejado en el diagrama 4, las pérdidas de distribución son casi el 50% en el consumo.

Diagrama 4.- Resultados sobre origen del consumo térmico en un bloque en Valdespartera (Informe GEE para Concerto)

Fuente: GEE



Posteriormente, como análisis específico, se consideran únicamente las sondas y consumos de calefacción de tres bloques de viviendas en Valdespartera, tal y como hemos expuesto, con criterios bioclimáticos de partida iguales.

A continuación se adjunta la tabla 4 con los datos obtenidos (Fuente: Datos análisis GEE):

PARCELA EN ESTUDIO	BLOQUE	PORTAL	PISO	Kwh invierno	KWh /m2	Tª media (°C)
P 1	OESTE	49	2-D	5259	57,8	22,5
P 2	OESTE	11	1-D	4548	50,5	20,56
P 1	OESTE	53	3-D	2360	45,4	23,51
P 3	SUR	15	4-I	3875	43,1	24,3
P 3	SUR	15	1-I	3747	41,6	25,1
P 3	SUR	15	4-D	3644	40,5	25,2
P 2	NORTE	2	5-D	3413	37,9	24,07
P 3	SUR	11	4-D	3216	35,7	25,3
P 1	NORTE	29	3-I	3152	35,0	22,89
P 2	OESTE	11	7-D	3115	34,6	22,57
P 2	OESTE	11	5-D	2795	31,1	23,45
P 3	SUR	11	1-I	2632	29,2	23,2
P 1	SUR	4	2-I	2605	28,9	22,94
P 2	SUR	1	2-D	2543	28,3	22,25
P 1	NORTE	25	3-D	2129	23,7	20,99
P 2	SUR	5	2-D	2114	23,5	24,86
P 3	SUR	15	1-D	1490	16,6	23,0
P 2	SUR	5	5-D	1452	16,1	23,98
P 2	NORTE	4	2-D	1428	15,9	23,57
P 2	NORTE	4	5-D	727	8,1	21,05
P 2	NORTE	3	3-D	688	7,5	25,78
P 1	SUR	4	2-D	417	4,5	21,90
P 3	SUR	11	4-I	221	2,5	23,22
P 3	SUR	11	1-D	35	0,4	20,05
P 1	SUR	4	4-D	19	0,2	21,06
P 1	NORTE	29	3-D	19	0,2	20,25
P 2	SUR	1	5-D	7,7	0,1	21,3

Se han tomado datos de las sondas de temperatura del salón (media ponderada) de 3 parcelas tipos, identificadas como tipo 1, 2 y 3. Se contrastan con los datos de consumo energético para la calefacción (kWh/m²), dato facilitado por los vecinos salvo en la parcela tipo 2 que el dato se obtiene a través de contadores instalados en la entrada de calefacción. Se adjuntan datos y diagramas estudiados en el Anexo 3. Se descartan todos aquellos datos que no son coherentes (como datos mínimos donde puede ser que la gente no viva allí). Analizando los datos se observa que el rango en el estudio va desde 16,1 a 57,8 kw/m²

Estudiando cada parcela y los datos obtenidos podemos sacar las siguientes conclusiones generales:

- Los bloques con fachada Oeste proporcionan resultados más desfavorables que los bloques Sur y Norte.
- Que los pisos más altos y los pisos más bajos son aquellos que parecen tener más consumo, puede ser debido a pérdidas (Se comprueba a continuación).
- Depende de la definición de materiales de cada parcela (aislamiento, cerramiento, carpintería). En nuestro estudio la parcela tipo 2 es la que mejor resultados de eficiencia muestra.

Por otra parte, analizando los datos en 20 edificios (diagrama 5), en función de la ubicación y orientación del bloque, se puede determinar que existen diferentes consumos entre un bloque ubicado al Oeste (37 KWh/m²) y los ubicados al Norte y Sur (31-33 KWh/m²).

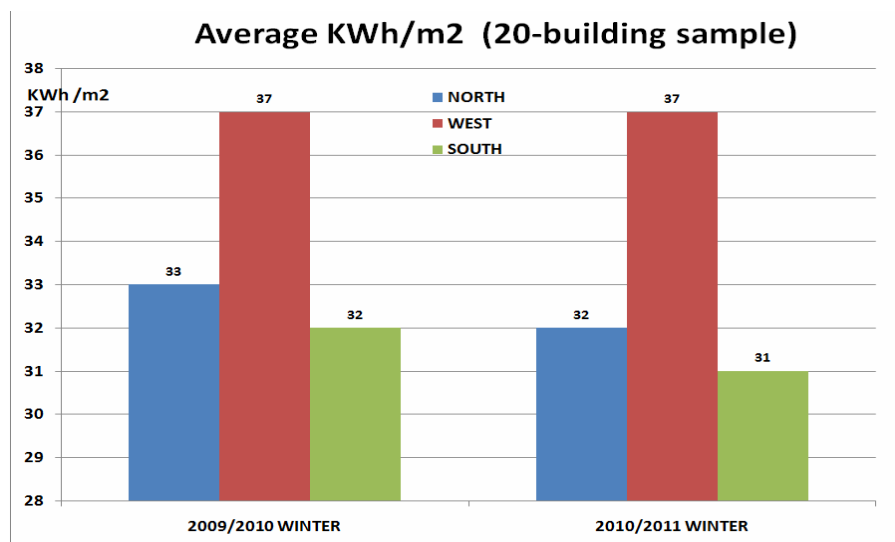


Diagrama 5- Medidas de consumo energético de calefacción de 20 edificios en dos años. Fuente: GEE

A partir del estudio de 20 edificios estudiados presenta consumos diferentes de un bloque a otro. En el caso de las parcelas estudiadas para este trabajo se puede considerar que hay diferencias en el tipo de acabado, en el cerramiento, en los aislamientos en fachadas y ganancias solares. Veamos a continuación la variación de los materiales de terminación de fachada.

La parcela tipo 1 (Parcela 29): Fachadas exteriores (Ladrillo + aislamiento + mortero monocapa), en la planta baja y primera el cerramiento exterior es ladrillo caravista.



La parcela tipo 2 (Parcela 12): Ladrillo+ aislamiento+ panel sándwich. Fachada ventilada.



Fotos.- Fases de la ejecución de la fachada norte.

La parcela tipo 3 (Parcela 33): Ladrillo + aislamiento+ mortero monocapa.



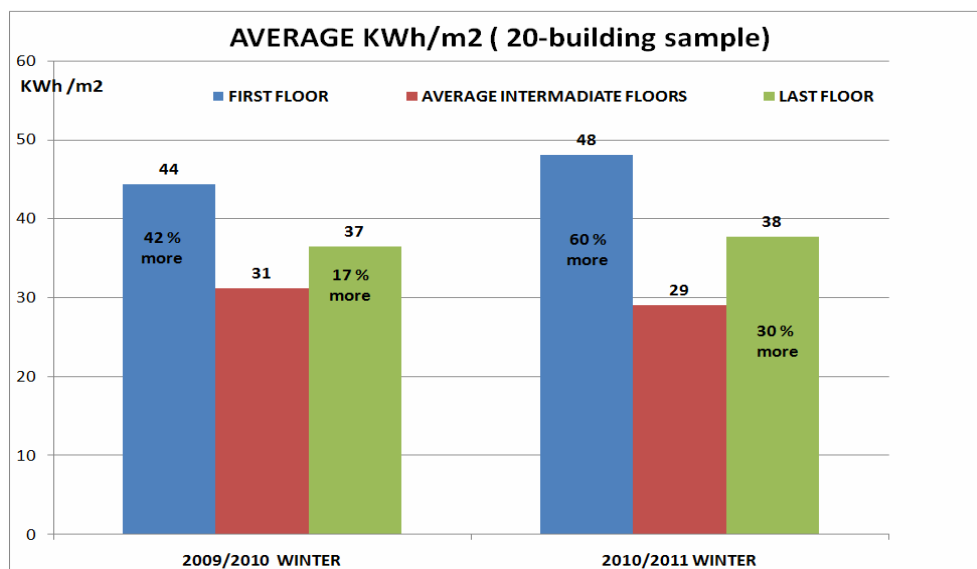
Fotos.- Fases de la ejecución de la fachada sur, oeste y sur.

Determinado que partiendo de las mismas consideraciones, la fachada ventilada da mejor resultado que los otros dos tipos de terminación de fachadas.

Una vez observado que los mejores resultados son los de la parcela tipo 2 según la tabla 4 y según las termografías comparadas y adjuntas en el Anexo 4, realizaremos un estudio exhaustivo de la parcela. Según la tabla de resultados se concluye que los pisos de las plantas superiores y los resultados de la planta 1 del bloque oeste no son óptimos. El consumo en plantas altas y en la planta 1 es mayor respectivamente, 37,9 Kw/m² en orientación Norte-Sur, y 50,5 Kw/m² en orientación Este-Oeste.

Tomando los datos de 20 bloques de referencia, vemos en el diagrama 5 que se mantiene este comportamiento diferenciado según la ubicación de las plantas.

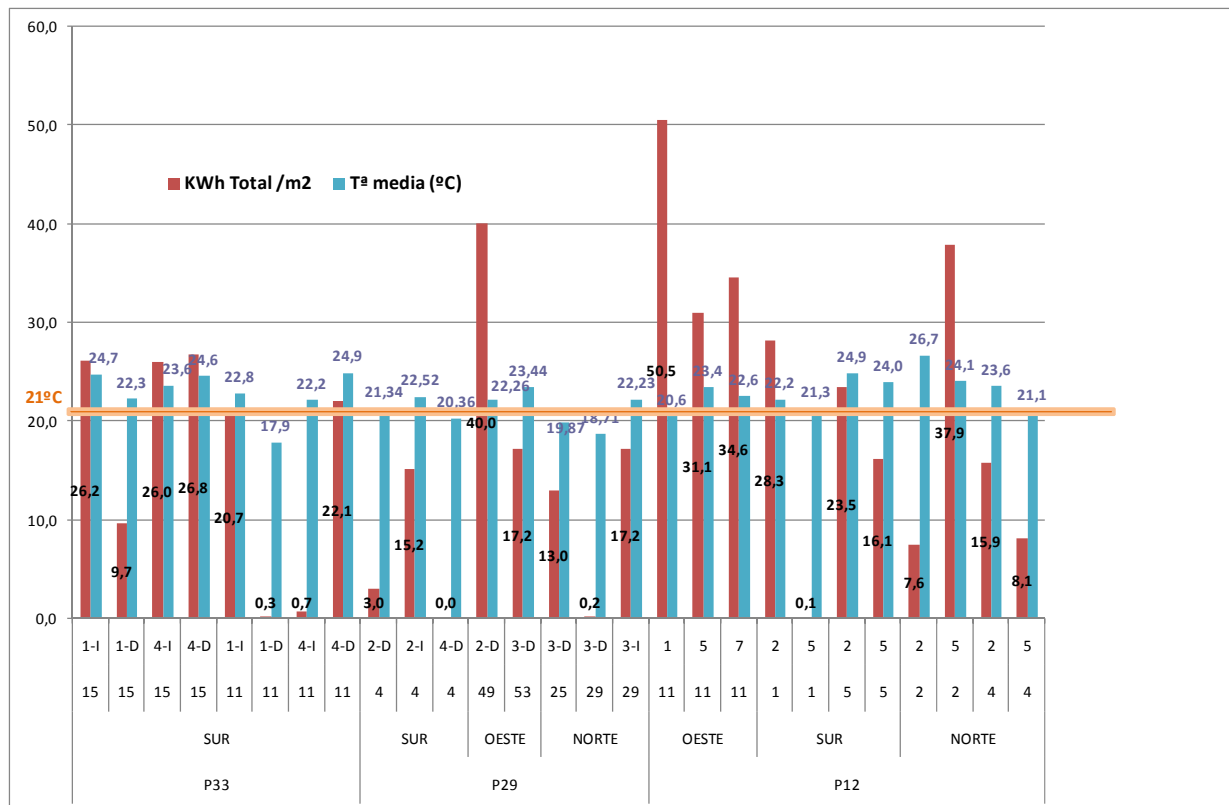
Diagrama 6- Medidas de consumo energético de calefacción de 20 edificios en dos años.



Fuente: GEE

Se indica en el diagrama 6, la variación de consumo de calefacción y de la temperatura promedio del salón según piso, orientación e la fachada y parcela.

Diagrama 6.- Resultados de consumo térmico en **viviendas** de tres bloques comparada con las temperaturas medias del salón (21°C referencia).



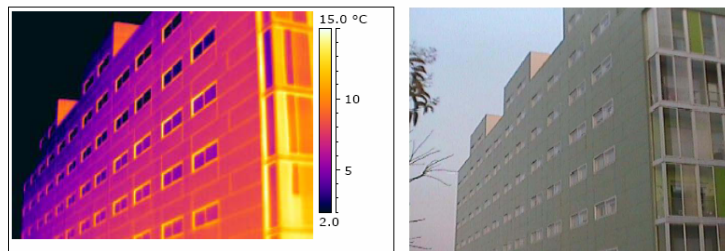
Fuente: Datos análisis GEE

Esto es debido a que tanto en la cubierta como en el portal que está ubicado debajo de la 1ª planta del bloque oeste, no están totalmente aislados del exterior. Se puede observar en la termografía que se realizó, adjunta en el Anexo 4 del presente trabajo, varios fallos de ejecución, tal y como observamos en los siguientes ejemplos.

1.- En la termografía del portal de la planta baja del bloque oeste de la parcela que estamos analizando concluimos que hay una notable diferencia entre los materiales de la planta calle a los materiales de la planta 1, de ahí las pérdidas.



2.- En la siguiente termografía se observan pérdidas por la carpintería exterior.

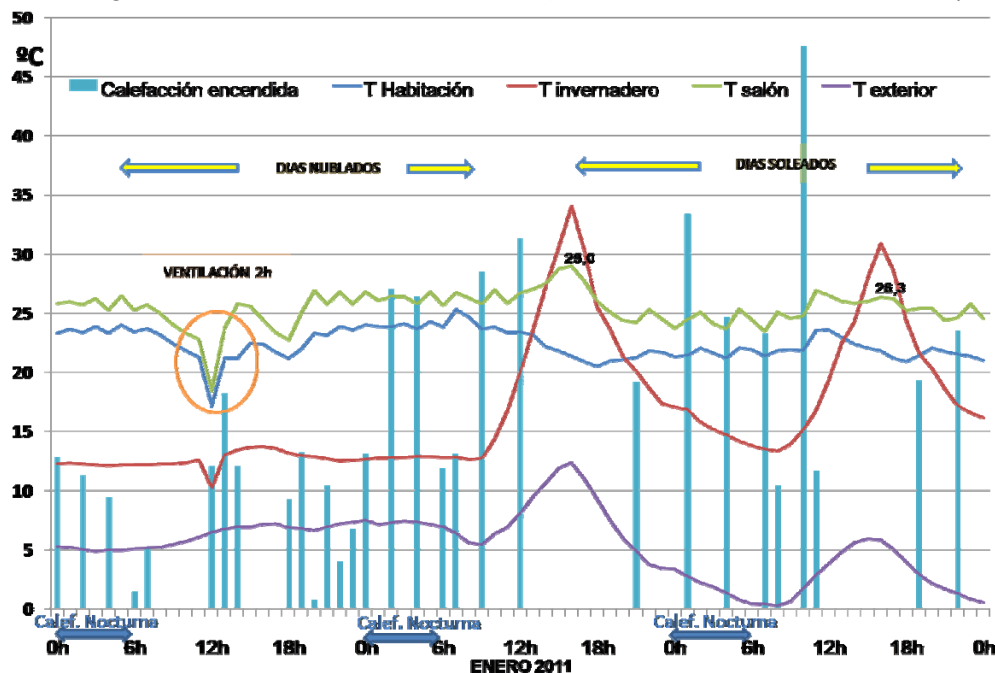


El análisis de los datos muestra que, en general, se ha logrado el objetivo que se propuso inicialmente con la definición de viviendas bioclimáticas del sector de Valdespartera. Se obtiene una reducción en el consumo energético en calefacción del 75% sobre viviendas construidas con la norma del 79 ($80-110 \text{ kw/m}^2$) [20].

También se ha podido comprobar en el siguiente diagrama (diagrama 7), cómo el comportamiento del usuario puede influir significativamente en el consumo energético de calefacción y desaprovechar los beneficios que las viviendas de Valdespartera aportan. Aquí se muestran un par de ejemplos de mal uso de los vecinos:

- 1.- Vecino que ventila durante 2 horas en pleno mes de Enero, cuando con 15 minutos es suficiente para renovar el aire de la vivienda. Además al ventilar tanto tiempo, los muros se enfrían por lo que para calefactar el espacio es necesario un mayor aporte de calefacción.
- 2.- Vecino que pone la calefacción por la noche mientras duerme.

Diagrama 7- Diagrama de la evolución de las temperaturas en un día de invierno (Enero 2011)



Fuente: Datos análisis GEE

De los resultados, tal y como se ha plasmado en las termografías, y de los gráficos mostrados, se concluye que el resultado en pisos de mismo edificio varía su consumo energético en invierno por la definición, la ejecución y por los hábitos del usuario como se ha analizado en el apartado de causas anterior.

Los resultados obtenidos han sido ya considerados por el Ayuntamiento de Zaragoza para incluir unos apartados mínimos en la Nueva Ordenanza de Ecoeficiencia Energética de Zaragoza [24] como medidas de aprovechamiento solar pasivo, características detalladas de la envolvente del edificio, superficie útil total climatizada, demanda de energía térmica para producción de agua

caliente, superficie total de los elementos captadores solares térmicos... etc. Por ello es importante el control y difusión de los datos de certificación que se obtengan para ir mejorando la normativa vigente.

Esta conclusión dirigida hacia nuestro análisis nos permite determinar que para poder validar Certificados energético de edificios, actualmente teórico, se deberán realizar previamente comprobaciones de las posibles pérdidas que por ejecución, el edificio pueda tener. Siendo actuaciones que se puede controlar a pie de obra.

Tras la evidencia de tener que realizar análisis en obra, se propone una alternativa para validar y ratificar el Certificado de una edificación, obteniendo datos reales y contrastados, corregir las pérdidas que existen con mejoras en la terminación de las obras, obtener un certificado final contrastado, y lo más importante reduciendo el consumo energético. A continuación se desarrolla la alternativa propuesta con el presente trabajo.

5.- ALTERNATIVAS Y PROPUESTAS AL PROCEDIMIENTO DE CERTIFICACIÓN

5.1.- MEJORAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN. ANÁLISIS PREDICTIVO.

Como se ha expuesto anteriormente, la herramienta utilizada por arquitectos, constructores y promotores para estimar el comportamiento de los edificios diseñados es la Certificación Energética basada en la evaluación teórica del consumo energético del edificio a través del programa CALENER y que le asigna una letra de una escala estandarizada en función las emisiones de CO₂ asociadas a ese consumo.

A pesar de ser una herramienta útil, que además es exigida por la Administración para la realización de un proyecto, es insuficiente para hacer una buena valoración del edificio, tal y como hemos constatado con el estudio realizado, ya que únicamente se basa en datos teóricos para hacer los cálculos, sin considerar pérdidas de rendimiento asociadas a posibles problemas en las técnicas de construcción empleadas (colocación defectuosa de elementos de impermeabilización, de aislamiento de fachadas, falta de sellado en carpinterías y sistema eléctrico, defectos de aislamiento en sistemas de calefacción y distribución de agua caliente, etc.). Por ejemplo, un elemento importante del consumo que no aparece evaluado en la actual certificación, es el consumo en distribución que también es un resultante no sólo del diseño del sistema de calefacción sino además de la calidad en el montaje y explotación y de los hábitos de consumo. Y desde luego, como muestra el anterior gráfico 3, puede representar cerca del 50% del consumo y más en otros casos.

El sector de la edificación ha avanzado considerablemente en relación a la mejora de materiales, tecnologías y equipos, pero para que estas mejoras cumplan su objetivo es necesario una correcta ejecución e instalación en obra puesto que esto repercute de forma directa en la eficiencia energética del edificio una vez terminado, tal y como hemos demostrado en el anterior apartado. De este aspecto nace nuestra propuesta.

El punto innovador o aportación del presente trabajo es definir ciertas mejoras en la actual aplicación de la Certificación energética. Se propone que para realizar una correcta certificación, no basta con hacer una evaluación a priori, sino que debería hacerse una evaluación en las 3 etapas cruciales de la construcción del edificio:

- 1. Evaluación pre-construcción**→ que es la que actualmente se establece de forma oficial mediante el programa informático CALENER
- 2. Evaluación predictiva** → inspecciones y medidas a pie de obra y acciones correctoras
- 3. Evaluación post-construcción**→ evaluación con CALENER del comportamiento del edificio ya terminado en función de los mediciones y materiales y equipos reales medidos en obra durante las inspecciones de la evaluación predictiva. Esta evaluación se complementa con datos reales monitorizados durante la etapa de uso del edificio lo cual permite comprobar la precisión de los cálculos realizados por el software oficial.

La propuesta planteada cumple las exigencias del Artículo 7, apartado 2 del Real Decreto 47/2007 [17] referente al Certificado de eficiencia energética del edificio terminado. En él se indica que *durante la fase de ejecución del edificio se realizarán las pruebas, comprobaciones e inspecciones necesarias, con la finalidad de establecer la conformidad de la información contenida en el certificado de eficiencia energética con el edificio terminado.*

En todo caso hay que modificar el paradigma en relación con el concepto vivienda de modo que las exigencias actuales en materia de eficiencia energética no sean menores que aquellas que llevaron a la obligatoriedad de determinadas exigencias relacionadas con las estructuras o el riesgo de incendio y asumir que superan, con mucho, las derivadas del confort que se aplican por ejemplo a la transmisión de ruidos o a la calidad del aire.

De la documentación revisada se ha comprobado que en el País Vasco, están adaptando este tipo de evaluación incluido en el programa informático PEEV aprobado por EVE, (Ente Vasco de la Energía) mediante pre-certificaciones y realizando ensayos de termografía e infiltraciones para posteriormente validarlo con la certificación. En esta comunidad el indicador valorado es el Coeficiente de consumo de la Energía, mientras que con el Calener como hemos dicho, es el % de reducción de emisiones de CO₂ respecto a un edificio de referencia [14][16].

5.2.- POSIBLES INCORPORACIONES EN LA METODOLOGÍA ACTUAL

La mejora propuesta se plantea como una opción factible dentro del procedimiento actual y supone incorporar la ejecución de una serie de inspecciones a pie de obra (inspecciones predictivas) durante la ejecución de ciertos aspectos constructivos (colocación del aislamiento, colocación y sellado de ventanas, etc.) que permitan comprobar si el desempeño térmico calculado a priori por las herramientas de certificación oficiales se corresponde con el comportamiento real del edificio en ejecución o por el contrario ha variado.

La ventaja de realizar estas inspecciones durante la fase de ejecución consiste en detectar incidencias o defectos constructivos en el momento idóneo para ser subsanados, ya que su corrección no supondrá apenas sobrecoste a diferencia de lo que ocurre en una reparación postconstrucción. Con esta propuesta de mejora de la metodología actual de certificación se pretende lograr un aumento continuo en la calidad de la construcción y asegurar que las nuevas edificaciones no sólo sean eficientes en la teoría sino también en la práctica. A continuación se pasa a describir en qué consiste la etapa de evaluación predictiva y las inspecciones que se proponen.

Técnicas de inspección planteadas

A.-Termografía infrarroja

Técnica de control que permite detectar diferencias de temperatura anómalas en la envolvente: puntos fríos (riesgo de condensaciones) o calientes (puentes térmicos en los frentes de forjado, fachadas con mala colocación del aislamiento, marcos de ventana sin rotura de puente térmico, infiltración de aire en ventanas, sistema eléctrico, sistema de ventilación, etc.). La termografía se basa en el estudio de la radiación (W/m²) de la superficie de un objeto teniendo en cuenta la emisividad, la transmitancia y la reflectividad, el cual es captado por la cámara de termografía IR, siendo un equipo de inspección de No-contacto, el cual trasforma la Radiación IR captada en señal eléctrica y genera Termogramas superficial (mapa de temperaturas). Para ello debe existir una variación determinada de temperaturas interiores y exteriores. (Metodología aplicada de inspección: EN 13187, basada en $R_{cámara} = R_{emitida} + R_{transmitida} + R_{reflejada}$).

Los parámetros de entrada a la cámara son los siguientes : Emisividad del material que enfoca ($0 < \epsilon < 1$), temperatura ambiente, temperatura aparente reflejada, humedad Relativa y distancia al objeto

Principalmente los objetivos de la termografía en la edificación están orientadas a realizar un análisis predictivo durante la ejecución, o análisis posteriores para poder evaluar las mejoras para posteriores diseños o para rehabilitar edificaciones existentes. Se pueden apreciar defectos constructivos, detección de pérdidas térmicas y detección de humedades., y se pueden realizar inspecciones para mejorar el funcionamiento del sistema de climatización (Inspección de estado de calefacción y ACS).

B.- Medida de transmitancia térmica de cerramientos (U)

Para determinar las transferencias de calor a través de la envolvente de un edificio, es necesario conocer el valor de transmitancia térmica de los distintos cerramientos. Este parámetro indica el flujo de calor que pasa a través de un cerramiento de 1 m² de superficie cuando entre las dos caras hay una diferencia de temperatura de 1°C en W/m²°C.

Esta técnica de control permite medir con equipo llamado termoflujómetro el valor de transmitancia térmica de los distintos cerramientos de edificio y comprobar que los valores reales obtenidos se corresponden con los previstos en proyecto. Dado que la transmitancia térmica del cerramiento está directamente relacionado con el de flujo de calor que pasa a través de los materiales.

C.-Test de infiltraciones

Ensayos de estanqueidad al aire: técnica que permite estimar la permeabilidad al aire de la envolvente (estanqueidad de ventanas y marcos, eficacia de los sistemas de sellado, detección de fugas en los sistemas de ventilación, sistema eléctrico, etc.) así como localizar los puntos problemáticos a corregir. Para la medida de infiltraciones se utiliza un equipo llamado Blowerdoor. Este equipo por medio de un ventilador, que se instala en la entrada de la vivienda, crea una diferencia de presión entre el interior y el exterior, así se fuerza el aire a entrar a la vivienda, y según el caudal que pasa por el ventilador, se puede determinar la cantidad de infiltraciones. Se realizan medidas a distintas diferencias de presión, y se entrega como resultado las infiltraciones a 50 Pa, según la norma UNE-EN 13829.

Detectando los mayores problemas en la ejecución de las galerías invernadero en el caso de los análisis de las promociones de Valdespartera (4 viviendas) y en las canalizaciones existentes como la instalación eléctrica, tal y como se documenta en el Anexo 4 en el informe técnico del Grupo de Edificación y Energía de la Universidad de Zaragoza [1]. Estos ensayos propuestos consiguen detectar fallos de mala ejecución o de sellados defectuosos en las fachada o en puntos interiores, observando fallos en el aislamiento térmico, la existencia de puentes térmicos, fallos en el sellado de la carpintería de fachada.

Resultados

Tras los estudios realizados con el Grupo de Energía y Edificación del Departamento de Ingeniería Mecánica mencionados[1], se confirma la correcta ejecución de varias viviendas tras la termografía e infiltraciones, y la necesidad de la corrección de puntos determinados que deberían ser sellados para poder validar los datos teóricos de demanda sin tener que considerar pérdidas. Se adjunta en el Anexo 4 los informes mencionados.

De los ensayos se obtienen las siguientes conclusiones:

- Problemas de sellado en las galerías fachada Sur. Importante en el correcto sellado de la carpintería.
- Fallos en el sellado de aislamientos.
- Correcto funcionamiento de fachadas ventiladas.
- No se observan problemas en los forjados con existencia de los puentes térmicos.
- Pérdidas en zonas sin apreciar, como la canalización eléctrica.

Con ello se consigue la comprobación y chequeo de las edificaciones, detectando fallos constructivos, que permite corregirlos y obtener la certificación adecuada al no existir pérdidas importantes respecto a la envolvente del edificio. Con ello además de una correcta clasificación conseguiremos que la edificación ahorre energía, ya que de nada sirve que teóricamente cumpla las exigencias técnicas si en la realidad los fallos o terminaciones incorrectas implican un aumento de consumo energético. Estos ensayos nos definirán puntos importantes a tener en cuenta para nuevas construcciones. Otro beneficio de estos ensayos sería la aplicación de dichos ensayos en edificio a rehabilitar y posteriormente certificarlo energéticamente.

Se propone que los ensayos de inspección predictivo se valorasen o puntuasen en el programa CALENER VYP en el Certificado energético del edificio terminado, y se valorase dando mayor clasificación a aquellos que los ensayos fueran favorables y no hubieran detectado errores, y así lo documentasen con la justificación de los ensayos emitidos firmados por técnicos competentes.

Estos ensayos podrán ser necesarios antes de la Rehabilitación de edificios para ser coherentes con los objetivos de la Certificación energética, exigencia inminente, debido a que al partir de edificaciones existentes y no poder dar datos concretos de materiales deteriorados con el tiempo ni de soluciones que se realizaron en su día, los ensayos pueden ser reveladores de problemas en la envolvente del edificio, y el análisis predictivo implicaría un ahorro económico al actuar en las zonas afectadas y dar validez a las actuaciones de rehabilitación realizadas. Para llevarla a cabo, se debería incluir en el nuevo Real Decreto que debiera surgir a partir de la nueva Directiva 2010/31/UE. Se define en el Anexo 5 la metodología de evaluación predictiva (Inspecciones en obra).

5.3.- UN PASO POR DELANTE DE LA ACTUAL CERTIFICACIÓN

Combinando con las actuaciones descritas en el apartado 5.2, se incorpora aquí lo que podría considerarse una propuesta base para una certificación de edificios que actualmente se certifican con el programa CALENER, en particular todo edificio institucional. Siendo éstos, edificios que pueden considerarse ejemplo, supondría desarrollar una fase experimental en la que adaptar la metodología de certificación para resolver los problemas prácticos que aparecieran. Esta propuesta, cuyo coste adicional se ha reducido sensiblemente por los avances en comunicaciones inalámbricas y sistemas de control de instalaciones energéticas, podría ampliarse posteriormente con ligeras modificaciones a todos los edificios residenciales.



Fase 1: Básicamente coincidente con la actual, incorpora como requisito la comprobación de optimizaciones sobre el diseño. Para facilitar esta opción deberían habilitarse programas existentes que lo permitan e incorporar una base de datos estatal que contenga el registro de los resultados.

Nota 1: El proyecto debe incorporar sistema de medición y control de las energías consumidas.

Fase 2: Ejecución en obra de las actuaciones descritas en el apartado anterior (termografía, infiltraciones y transmisividades)

Nota 2: El objetivo de esta fase no es sólo el control sino de manera específica la detección de fallos constructivos o de materiales que corregidos en obra no suponen sobrecoste significativo.

Fase 3: Evaluación de los consumos energéticos, desagregando su origen (sistema de producción, distribución y consumo) para definir posibles desajustes y potenciar acciones correctoras.

Nota 3: Busca la información a los usuarios sobre usos incorrectos en mantenimiento y otros que faciliten cambios en el modelo de uso.

6.- CONCLUSIONES

Tras la revisión efectuada respecto a la Certificación energética en Europa y en España, y la aplicación en nuestro país del procedimiento vigente de Certificación, se pueden hacer diversas consideraciones que se recogen a continuación:

- El procedimiento vigente emplea un único programa aprobado hasta la fecha para el cálculo de la Certificación energética, CALENER, el cual tiene unas limitaciones que deberían ser

resueltas para poder incluir y valorar nuevas tecnologías de energías renovables o actuaciones en obra para mejorar los resultados. Otro problema es la inexistencia del seguimiento y control de las Certificaciones realizadas para sacar conclusiones y mejorar los resultados.

- La implantación del Código Técnico de la edificación en nuevas construcciones ha permitido obtener certificaciones energéticas con la letra B fácilmente, simplemente con alguna mejora. Así, de la revisión de la bibliografía, se ha constatado que para mejorar la clasificación basta actuar de modo adecuado sobre la envolvente del edificio (por ejemplo con incorporación de fachada ventilada, tal y como se ha analizado en la práctica y en el análisis realizado en el presente trabajo).
- La investigación realizada a partir del control y monitorización de viviendas de Valdespartera (Zaragoza), mediante sondas de temperatura y HR con recopilación adicional de datos de consumo energético, permite concluir que en las viviendas "similares" varía el consumo energético según las causas enumeradas en el apartado 4 (**diseño, aspectos constructivos y de dirección de obra, instalaciones auxiliares y perfil de uso**). El análisis en tres parcelas, con el más exhaustivo realizado sobre la más significativa de las mismas nos permite determinar resultados concluyentes sobre los aspectos anteriores. Así, dentro de esta parcela se obtienen resultados diferentes en los pisos, más desfavorables, función de la orientación como se preveía de las simulaciones realizadas y función también de la ubicación bajo cubierta o sobre garaje. Incluso en esta parcela, seleccionada por los buenos resultados se ha determinado, junto a estas diferencias producidas por insuficiente aislamiento, la existencia de problemas de infiltraciones y aislamiento principalmente en las carpinterías, en plantas bajas y en el sellado de canalizaciones eléctricas. Los ensayos de termografía e infiltración, han determinado la correcta ejecución de la edificación junto a estos menores fallos. Es evidente concluir:
 - Es razonable la hipótesis de que en aquellos edificios que son objeto de futuros análisis y cuyos consumos medios son claramente superiores a los analizados en este trabajo, los efectos combinados de las causas enumeradas en el apartado 4 sean significativamente superiores a los vistos aquí y expliquen esos mayores consumos.
 - El actual procedimiento de Certificación energética no recoge ni valora estos defectos al obtenerse un resultado teórico de la información del edificio.
- De este análisis surge la conclusión más significativa del trabajo: Es importante avanzar en soluciones que superen el marco de la actual normativa en la línea de la propuesta de una mejora en el procedimiento vigente de Certificación. Esta propuesta consiste en realizar una certificación predictiva durante la ejecución de la obra, que determinará fallos que se detectarán con ensayos de termografías, infiltraciones y la transmitancia de los materiales. Y que su conocimiento, permitirá corregirlos y certificar de nuevo, obteniendo un resultado REAL, y lo más importante, un ahorro energético superior al que actualmente se obtiene. La bibliografía revisada ha proporcionado respaldo a la propuesta realizada en el presente trabajos, como es la iniciativa del País Vasco, con un procedimiento de pre-certificación y ensayos de Termografía e infiltraciones para obtener los Certificados energéticos[16].
- Es muy importante seguir investigando en la dirección recogida en este trabajo. Con el estudio realizado hemos podido identificar un escenario, desde luego inesperado, de causas de consumos crecientes sobre los deducidos en la simulación. Avanzar las causas de los fallos en el consumo energético cuantificando valores medios para cada una de estas causas en un parque de viviendas como el que ofrece Valdespartera justifica investigaciones adicionales que se escapan al alcance de este trabajo.
- La propuesta lanzada es muy interesante en la Certificación energética en Edificios a rehabilitar, ya que un análisis predictivo puede ayudar a tomar la solución técnica más viable y económica en función de los resultados.
- Asimismo, estos ensayos predictivos pueden considerarse una fase de un nuevo planteamiento para edificios públicos que deben ser ejemplo en la implantación de medidas eficientes. La alternativa consiste en la certificación previa, los ensayos no destructivos para solventar deficiencias y posteriormente, se monitorizará el consumo para poder analizar y mejorar los criterios de edificación.

7.- BIBLIOGRAFÍA

[1].-“Informe Termográfico Parcela 12- Parcela 29, Valdespartera””Informe de Ensayo: Medida de Estanqueidad en edificios (Parcela 17 Valdespartera)”. Febrero 2.009. Grupo de Energía y Edificación, Ingeniería Mecánica. Universidad de Zaragoza.

Nota.- Adjunto en el Anexo 4 del Presente trabajo.

[2].- “Bilingual bioclimatic architecture and sustainable urban planning (BASUP)”. 18 de Septiembre de 2.010. Reinassance. (Documento sin publicar)

[3].-“Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012. E4”. 5 de Noviembre de 2.003, Secretaría de Estado de energía, Desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa. Ministerio de Economía.

[4].- http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/feeling_the_heat/items/3304.php.

[5].- “DIRECTIVA 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios “, 16 de diciembre de 2002 Parlamento europeo.

[6].- “Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios”. 19 de Mayo de 2.010. Parlamento Europeo.

[7].- Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020.IDAE

[8].- REAL DECRETO 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. 17 de marzo de 2.006 Ministerio de la Vivienda.

[9].- Directiva 2006/32/CE, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos. Parlamento Europeo.

[10].http://tecno.sostenibilidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=315&Itemid=234 (26 de Mayo de 2.008).

[11].- “ Certificación Energética de Edificios en Europa. Estado de su implementación”. 23 de Mayo de 2.008. Víctor Manuel Soto Frances IV Asamblea Nacional de ATECYR.

[12].-“ Certificación energética de edificios. Sector terciario”. Cristina Folch e Irene Martínez. Catedra Unesco de Sostenibilitat-UPC Universidad Politècnica de Catalunya.

[13].http://www.uva.es/cocoon_uva/impe/uva/contenido?pag=/contenidos/gobiernoUVA/Vicerrectorados/VicerrectoradoInfraestructuras/OficinaCalidadAmbiental/certenergeuropa-

[14].-“Comparativa sobre Calificación Energética de Viviendas en Europa”. Habitàclia, 19 de Octubre 2005. Autores Idoia Arauzo González- Jesica Ferrer Schwenk.

[15].-“ Evaluación y situación actual de la calificación energética de edificios residenciales en España”. Cristina Folch e Irene Martínez. Catedra Unesco de Sostenibilitat-UPC Universidad Politècnica de Catalunya.

[16].- “Regulación y Certificación energética: Asignatura pendiente en España ”. Javier García Casals. Mayo 2.004. Escuela Superior de Energía de Madrid, COMILLAS.

[17].- REAL DECRETO 47/2007, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. 19 de enero 2.007. Ministerio de la Presidencia.

[18].- “Manual de usuario” CALENER-VYP. Viviendas y edificios terciarios pequeños y medianos. Mayo de 2.009 Ministerio de Industria, Turismo y Comercio/IDAE.

[19].- “Certificación de Eficiencia Energética. La calificación de los edificios.” CONAMA 9.CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE. Congreso Nacional del Medio Ambiente.

[20].- [<http://www.calificacionenergetica.info/noticias/39-europa-situa-en-2016-el-reto-de-la-certificacion-energetica-de-edificios.html>], JUEVES AGOSTO 2011].

[21].- D2.2.1MonitResults.Y5 and Y6 (GEE/UofZ, Reporting periods years 5 and 6) 2010 y 2011.

[22].- <http://renaissance.unizar.es/index.php/sobre-renaissance>.

[23].- www.cusvaldespartera.es

[24].- “Ordenanza de Ecoeficiencia Energética y utilización de Energías Renovables en los edificios y sus instalaciones”, Publicado en BOP nº 193 de 24.08.2009. Ayuntamiento de Zaragoza.

* IDAE- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.