



HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE COSTES SEGÚN LOS INDICADORES DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Payán De Tejada Alonso, Alejandro¹; López-Asiain Martínez, Juan¹; Fernández Castillo, José¹; Luna González, Rafael¹

¹ Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, Madrid, España

PALABRAS CLAVE: Coste Energético, Edificios Eficientes, Sensibilización Del Usuario, Certificado De Eficiencia Energética

RESUMEN

La Directiva 2002/91/CE abrió hace ya casi veinte años la creación por parte de los países miembro de un procedimiento de certificación de eficiencia energética de edificios que fuera en consonancia con las políticas de esta índole de la Unión Europea (UE), cuya continuidad y evolución continúan a día de hoy con previsibles avances en los próximos años.

Este procedimiento de certificación daba como resultado el correspondiente, y reconocido, certificado de eficiencia energética (CEE) el cual tenía la misión, según se puede leer en esta primigenia Directiva Europea, "que los consumidores puedan comparar y evaluar la eficiencia energética del edificio". Era, por tanto, interés de la UE, fomentar que el CEE no fuera únicamente una herramienta técnica para los certificadores u otros agentes del sector de la construcción, sino que tenía que arrojar indicadores que pudieran ver y comparar los usuarios, entrando en su cadena de decisión al comprar o alquilar una vivienda y favoreciéndose la elección de edificios de alta eficiencia energética por delante de otros que poseyeran un consumo más alto con las consecuentes emisiones nocivas al medioambiente asociadas.

No obstante, la realidad que se produjo en los siguientes años fue diferente, radicando uno de sus problemas principales en la percepción del CEE por parte del usuario como un coste asociado a la compraventa y, sobre todo, falta de utilidad, posiblemente por el desconocimiento de lo que los indicadores significaban para el día a día del inquilino de la propiedad.

Es por esto, que en este trabajo se ha investigado en ese necesario nexo de unión entre la ciudadanía sin conocimientos técnicos en eficiencia energética y el elemento diferenciador que debe representar el CEE. Para ello, se ha desarrollado una herramienta de cálculo de costes que parte de los indicadores principales de consumos de energía primaria que aparecen en el documento diferenciados: calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

Se han estudiado, con base a los valores de fuentes oficiales como el

Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE) o la Red Eléctrica de España (REE), los costes asociados a los principales combustibles con los que se abastecen los equipos



CONTART

de producción de los edificios, con el fin de que el usuario pueda consultar el coste total base del edificio en el que se ha interesado, entrando así en la cadena de decisión de éste en la compraventa.

Además, en este trabajo se han estudiado los valores de los edificios referencia de las versiones del Código Técnico de la Edificación de 2006, 2013 y 2020 describiéndose la evolución de los costes orientativos asociados a la eficiencia energética legislativa en nuestro país.

INTRODUCCIÓN

Si se echa la vista más de 20 años atrás, se puede observar como el protocolo de Kioto supuso en el año 1997 un cambio de concienciación ambiental que comenzó una evolución de la Unión Europea en dirección firme hacia la reducción de emisiones a la atmósfera utilizando todas las vías posibles y viables tanto técnica como económicamente hablando.

Así, tras la firma de este tratado internacional, se puso en marcha un proceso de actualización de los procesos y vigilancia dándole entrada como aspecto a tener en cuenta al uso responsable de la energía y la elección de sus formas más limpias con el fin de reducir el consumo para no influir negativamente en los datos de emisiones arrojados.

Consecuencia de ello, la Unión Europea publicó en el año 2002 la primera Directiva que hacía referencia explícita a la necesaria eficiencia energética y que en su punto tercero del apartado de considerandos se podía leer lo siguiente: "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 Kioto, y debe estar presente en todas las medidas que se adopten con el fin de dar cumplimiento a nuevos compromisos" [1].

Esta sentencia resume y constata la intención a partir de ese momento por parte de la Unión Europea de apostar por líneas de actuación en las que la eficiencia energética iba a estar presente obligatoriamente. En consonancia con esta dirección marcada, se exponía en la misma Directiva que el sector de la vivienda y los servicios eran los responsables de más del 40% del consumo final de energía en la Comunidad Europea adquiriendo una alta relevancia a la hora de crear políticas de actuación sobre la reducción de emisiones globales del territorio comunitario.

Los principales objetivos de esta legislación, siendo esta una primera toma de contacto, nombraban la creación de un marco general para una metodología de cálculo de la eficiencia energética, con unos requisitos mínimos de la misma tanto para edificios nuevos como existentes que fueran objeto de reformas importantes y se estipulaba el Certificado de Eficiencia Energética (en adelante CEE) como herramienta de medida y potenciadora para la consecución de un parque inmobiliario altamente eficiente.

Este camino continuó a nivel europeo a través de la Directiva 2010/31/UE en la que se añadían a los objetivos anteriormente mencionados la inclusión de las actuaciones sobre elementos individuales de construcción de edificios existentes representativos tales como la envolvente térmica y las instalaciones técnicas, además del novedoso término Edificios de Consumo de



CONTART

Energía Casi Nulo [2]. Asimismo, se incluía un apartado último en el que se abordaba la vigilancia de los CEE e informes de inspección para asegurar la fiabilidad de los datos.

Pasados dos años desde la anterior Directiva, y ante la poca acción registrada por la Unión de los Estados Miembro, se publicó la Directiva 2012/27/UE, en la que se incidía en el objetivo de reducir el 20% del consumo de energía y la ejemplarización de la administración pública para con sus edificios en propiedad o que desearan adquirir [3].

Las últimas Directiva relacionada con la eficiencia energética en edificios coincidieron en año de publicación en 2018. La Directiva 2018/844, sobre la eficiencia energética en edificios buscaba como objetivo avanzar de forma paralela con la evolución tecnológica y las nuevas posibilidades que se ofrecía para la reducción de consumo de energía, incidiendo principalmente en el aspecto de la automatización de procesos gestionables para alcanzar la máxima eficiencia, además de en la correcta recopilación de datos de consumo energético de cada Estado Miembro y envió a la Dirección Europea para su análisis conjunto [4]. La segunda de ellas, Directiva 2018/2002, más genérica en consonancia con la publicada en 2012.

Como Estado Miembro, España no fue ajena a esta evolución del interés sobre la reducción del consumo energético tanto a nivel general, como a nivel de edificios y se transpusieron de una manera más o menos profunda y con mayor o menos éxito cada una de estas Directivas creándose ayudas a los edificios que mejoraran sus características energéticas, implementándose el CEE como herramienta de medición de la eficiencia energética en edificios y recopilando estos datos en los registros de las Comunidades Autónomas. Lo cierto, es que, paralelamente a lo que ocurrió en otros Estados Miembros y, por lo tanto, a nivel europeo, los resultados no fueron los esperados y, aunque las medidas se incluían en la legislación española, en nuestro país ha existido mucha controversia en estos aspectos y su ejecución real en los edificios.

Sin embargo, la Directiva raíz de la eficiencia energética en edificios se vio traspuesta en la primera acción importante a nivel nacional, la publicación del Real Decreto 314/2006 por el que se aprobaba el Código Técnico de la Edificación [5]. En esta normativa se puede leer “[...] ha de considerarse la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre, relativa a la eficiencia energética de los edificios, en virtud de la cual se han incorporado al Código Técnico de la Edificación las exigencias relativas a los requisitos de eficiencia energética de los edificios, que se establecen en los artículos 4, 5 y 6 de esta Directiva.”

Los artículos citados se referían a los requisitos de eficiencia energética marcados por la Unión tanto para edificios nuevos como para edificios existentes siendo esta la partida para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones en el sector edificatorio por medio de su Documento Básico DB HE “Ahorro de energía”. En este documento se abordaba la limitación de la demanda energética como vía para lograr los objetivos energéticos europeos continuando el texto de la derogada NBE CT 79 [6], pero se añadían apartados referentes al rendimiento de las instalaciones térmicas, la eficiencia en luminarias y la contribución de las energías renovables (acotadas eso sí a la energía solar tanto para ACS como para la generación de electricidad).



CONTART

Siete años después, continuó evolucionando el mapa normativo español de la eficiencia energética en edificios con la modificación del DB HE en el año 2013. Si bien se mantuvo el esquema inicial en cuanto a los apartados de la anterior versión de la norma, se añadió un apartado importante, "Limitación del consumo energético", donde se ponía en valor que además de reducir el consumo mediante la reducción de demanda, esa energía tenía que proceder de equipos eficientes ofreciendo una doble acción para hacer frente a los objetivos finales.

Por último, en diciembre de 2019 mediante el Real Decreto 732/2019, se modificó este Documento Básico en concordancia con la Directiva 2018/844, incluyendo la definición de Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo como aquel que cumpliera con este renovado documento. Un hito más hacia la descarbonización requerida para 2050.

Es importante remarcar que en el texto se pueden observar dos aspectos importantes. El primero y principal es el cambio de sistema de indicadores de demanda de calefacción y refrigeración, introduciéndose el término de Consumo de Energía Primaria total (renovable o no) y la Calidad Mínima del edificio regulándose la transmitancia de la envolvente, gestionando el control solar y la permeabilidad al aire aumentando la hermeticidad de los edificios. La segunda modificación también tiene una gran importancia y está motivada por el veloz avance y desarrollo de nuevas formas de energías renovables adaptadas a los edificios, y es que el aporte mínimo de renovables ya no solo se refiere a aquella energía extraída del sol, sino que se abre a otras formas igual de eficientes y que pueden aportar al edificio esa energía renovable tan necesaria en el parque edificado.

Cabe recordar que los edificios se hacen para los usuarios, ya sea en edificios de uso residencial o en edificios terciarios. La situación actual relativa a eficiencia energética se presenta de una manera más favorable en los segundos en los que las empresas ejecutan diversas acciones de mejora energética por los comprobados plazos de amortización, cada día más cortos y la menor complejidad respecto a las Comunidades de Propietarios en las que la toma de decisiones es más lenta y dificultosa.

Vistos los antecedentes normativos y el contexto global, es necesario preguntarse cuál es el momento real a nivel teórico, y su relación con la evolución del Código Técnico, pero también observando los datos reales del consumo medio de los edificios de acuerdo a esta línea temporal.

En este trabajo de investigación, se van a realizar dos comparativas. La primera sobre la parte normativa comparando los costes económicos de los edificios referencia de las versiones de los años 2013 y 2019 del DB HE analizando la progresión en esos 6 años para cada zona climática de la península. Por otra parte, se compararán los datos económicos relacionados con los consumos medios globales del parque edificado anterior desde el año 2010 hasta el año 2016. Ambas centradas en el sector residencial.

METODOLOGÍA

El objetivo de este trabajo es el análisis de la repercusión económica de forma orientativa por los costes básicos de consumo energético de las edificaciones de acuerdo a la evolución de la



CONTART

normativa en los últimos años y la evolución de los cambios que ha producido en el parque edificado real.

Para ello se va a utilizar la calculadora energética de costes publicada por el Consejo General de la Arquitectura Técnica de España (CGATE), que es gratuita y utilizable desde la web [7]. Esta herramienta tiene las siguientes consideraciones que se deben tener en cuenta y que se resumen en la tabla 1:

Tabla 1. Consideraciones para el uso de la calculadora energética de costes de CGATE

Tipo de consideraciones	Consideraciones
Generales	Los valores arrojados son totalmente orientativos No se contempla la entrada de energías alternativas Los valores solo contemplan el consumo debido a Calefacción, ACS y Refrigeración. No así el proveniente de iluminación o electrodomésticos de la vivienda Los costes son aplicables únicamente a la península
Gas	El coste máximo calculado se corresponde con un consumo máximo de 50.000 kWh/año Los precios están calculados con los precios TUR 2019 Los contadores se presuponen sin telemedida y con caudal < 10 m ³ /h
Electricidad	Los precios están calculados con los precios PVPC 2019 para la tarifa 2.0A Los contadores se presuponen de telemedida

La calculadora parte de los valores básicos de consumo de un edificio o vivienda (Calefacción, refrigeración y ACS) del mismo modo que los CEE y de estos se pueden extraer la mayor parte de los datos que se necesitan para hacer el cálculo y que se pueden observar en la figura 1.

CALCULADORA

Para realizar el cálculo, es necesario que rellenes los datos que aparecen a continuación.

Los datos de Calefacción, ACS y Refrigeración se encuentran en su certificado energético, en el "Anexo II. Calificación Energética del Edificio", Apartado 3. Calificación parcial del consumo de energía primaria, tal y como se muestra en la imagen

Calefacción
kWh/m² Tipo Gas

ACS
kWh/m² Tipo Gas

Refrigeración
kWh/m² Tipo Electricidad

Datos de la Vivienda
Superficie Tipo Vivienda Unifamiliar
Altitud de la población Provincia Albacete
Potencia eléctrica 3,45 kW

CALCULAR

Figura 1. Interfaz principal de la calculadora de costes energéticos de edificios de CGATE.



En los siguientes apartados se explica la metodología que se seguirá para las dos comparativas que se van a realizar en este trabajo.

Comparativa económica entre los edificios referencia de DB HE 2013 y 2019

Este apartado se puede considerar más teórico, aunque son cada vez más los edificios que, ayudándose de la tecnología, consiguieron tanto en el pasado como en el momento presente los consumos exigidos por estas normativas.

Se presentan en “Resultados y discusión” los valores calculados con la herramienta mencionada, para los edificios referencia, suponiendo dos tipos de viviendas, la primera vivienda en bloque suponiendo una superficie de 83 m² y una potencia de 4,6 kW, y la segunda unifamiliar de 180 m² y una potencia eléctrica de 8,05 kW, siendo las instalaciones de generación de calefacción, refrigeración y ACS de tipo eléctrico con el fin de homogeneizar el origen del consumo producido. Se han abordado estas dos tipologías por ser las existentes para edificación residencial independientemente de su número o proporción en comparación con el número total de edificios residenciales. Los datos de superficie se han escogido de acuerdo al dato más común según los datos arrojados por el último censo de población y viviendas Instituto Nacional de Estadística estando el mayor número de viviendas en el rango de 76-90m² para dos personas [8] y al análisis realizado de las viviendas unifamiliares por el portal inmobiliario API que cifra en 182 m² la media de superficie de este tipo [9]. Para las potencias, se han basado en las más comunes de acuerdo según se asegura por HolaLuz [10]. Los consumos de energía primaria no renovable establecidos por las versiones se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Consumos de energía primaria no renovable de los edificios referencia DB HE

Versión DB HE	Zona Climática				
	A	B	C	D	E
2013 (en kwh/m ²)	40	45	50	60	70
2019 (en kwh/m ²)	25	28	32	38	43

Con estos valores se calcularán los costes económicos básicos asociados.



Comparativa económica entre los consumos medios de edificios 2010 - 2016

La segunda comparativa tiene un carácter global. En ella se estudiará, de acuerdo con los consumos energéticos totales desglosados del sector residencial publicados por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE) [11], la evolución desde el año 2010 hasta el año 2016 del coste por consumo medio energético de las viviendas, para energía eléctrica y gas, centrado en los costes básicos (calefacción, ACS y refrigeración) pudiéndose ver un impacto aproximado de las normativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparativa económica entre los edificios referencia de DB HE 2013 y 2019

Tras realizar los cálculos pertinentes de acuerdo a la metodología expuesta, los costes asociados a los consumos básicos de los edificios referencia para todas las zonas climáticas se observan en la tabla 3.

Tabla 3. Costes asociados a los consumos de energía primaria no renovable de los edificios referencia DB HE para viviendas en bloque

Versión DB HE	Zona Climática				
	A	B	C	D	E
2013 (en €)	497,20	529,24	561,28	625,36	689,44
2019 (en €)	401,08	420,30	445,93	484,38	516,42
Diferencia (en €)	96,12	108,94	115,35	140,98	173,02
Diferencia (%)	19	21	21	23	25

Según se puede observar en la tabla anterior, las diferencias en los costes básicos anuales de los edificios pueden llegar a los 173,02€ lo que representa un ahorro de hasta un 25% en la zona climática más desfavorable, E.

En la tabla 4 se exponen los resultados homólogos para el caso de viviendas unifamiliares.

Tabla 4. Costes asociados a los consumos de energía primaria no renovable de los edificios referencia DB HE para viviendas unifamiliares

Versión DB HE	Zona Climática				
	A	B	C	D	E
2013 (en €)	974,77	1045,02	1115,28	1255,79	1396,31
2019 (en €)	764,00	806,15	862,35	946,66	1016,92
Diferencia (en €)	210,77	238,87	252,93	309,13	379,39
Diferencia (%)	22	23	23	25	27

En este caso, de forma similar al anterior de viviendas en bloque, también se producen reducciones de costes, agravadas esta vez por la mayor superficie y características eléctricas



CONTART

de la instalación. La diferencia máxima vuelve a corresponder a la zona climática E con 379,39€, suponiendo esto un aumento del 27% respecto al coste referencia DB HE 2013.

Si bien, es interesante destacar que los porcentajes relativos en la tipología unifamiliares crece hasta 3 puntos porcentuales en comparación con las viviendas individuales en la zona climática A, teniendo por lo tanto más repercusión en este tipo de viviendas.

Comparativa económica entre los consumos medios de edificios 2010 – 2016

Para este apartado se presentan primeramente en la tabla 5 y figura 2, los datos referentes a los consumos totales de gas y energía eléctrica. Estos datos y los que prosiguen en este apartado se calculan del período desde el año 2010 (CTE versión 2006) hasta el año 2013 (CTE versión 2013).

Tabla 5. Consumos básicos totales de energía primaria no renovable del parque residencial relativos a energía eléctrica y gas en el período 2010 - 2016

Consumo (en GWh)	Año						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Electricidad	73920	74340	73340	69410	69069	68444	68035
Gas	48337	38760	39862	36284	35148	34330	39453
Total GWh	122256	113100	113202	105693	104217	102774	107488

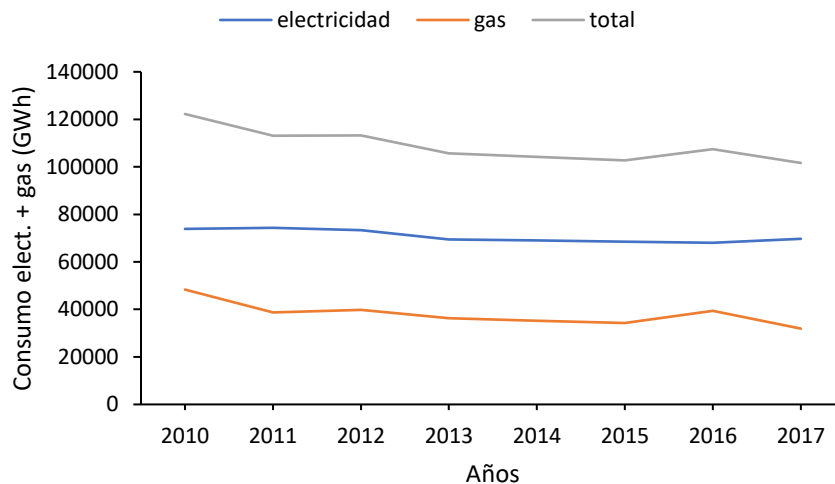


Figura 1. Consumos energéticos totales del parque inmobiliario. Electricidad y Gas.

A continuación, se puede observar en la figura 3 y en la tabla 6 el reparto de los consumos para las áreas básicas: calefacción, refrigeración y ACS.

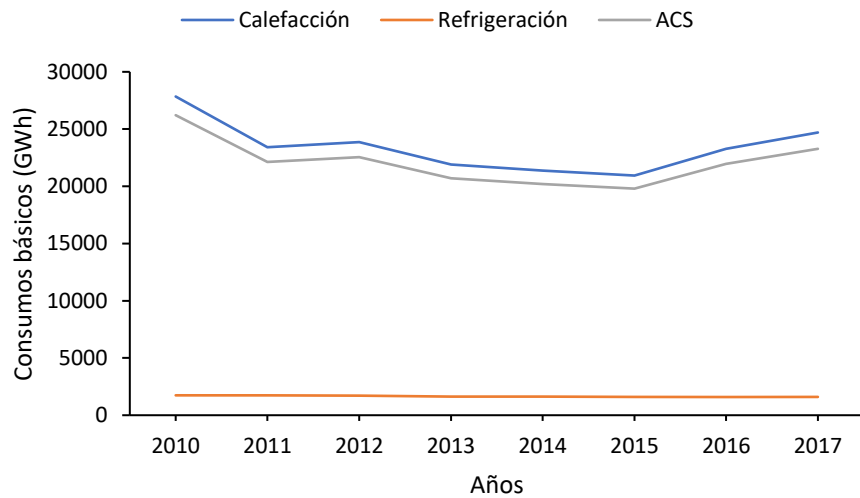


Figura 2. Consumos energéticos totales del parque inmobiliario. Electricidad y Gas.

Tabla 6. Consumos básicos totales de energía primaria no renovable del parque residencial relativos a energía eléctrica y gas en el período 2010 - 2016 distribuidos por área básica de consumo

Consumo (en GWh)	Año						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Calefacción	27843	23425	23864	21912	21365	20937	23279
Refrigeración	1725	1735	1712	1620	1612	1597	1588
ACS	26212	22133	22532	20703	20195	19796	21956

Todos estos consumos relacionados dan como resultado los costes a nivel nacional que se exponen en la tabla 7.

Tabla 7. Costes por consumos básicos totales de energía primaria no renovable del parque residencial relativos a energía eléctrica y gas en el período 2010 - 2016

	Año						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Totales (en M€)	4529	4021	4055	3759	3689	3628	3895

Se puede observar que se ha mejorado notablemente la inversión en costes energéticos básicos en torno a los 600 millones de euros representando una reducción alrededor del 15% en el período establecido.



CONCLUSIONES

De las dos comparativas se puede concluir que la legislación relativa a la eficiencia energética en edificios proveniente de Directivas Europeas y transpuestas en España a través del Documento Básico DB HE tiene una repercusión positiva sobre el consumo energético de los hogares, con la consecuencia de una menor obligación de gasto de las familias en este área. Si bien, la variable precio puede estar influenciada por otras, sobre todo en los datos de consumo real, como los índices de pobreza energética o el tamaño del parque de viviendas, la normativa repercute directamente en este y proporciona una mayor garantía de pago de las energías al disminuirse los totales de consumo energético. Este trabajo ha puesto de manifiesto esta situación, entendiéndose que la construcción de nuevos edificios acordes a la legislación actual, o las rehabilitaciones que se adecúen redundan en un beneficio social y económico del ciudadano, no teniéndose que ser obligatorias para tener que realizarse ya que el objetivo de descarbonización está asentado. Supone también un punto de partida para el estudio del coste del ciclo de vida para los edificios referencia habiendo caracterizado su área energética, ampliándose en futuras investigaciones con el resto del ciclo de cuna a tumba.

En la misma línea, se ha constatado que la normativa está cambiando con velocidad ayudada por el desarrollo de la tecnología y las posibilidades que ofrece exigiéndose, porcentajes de mejora superiores al 20% con cada actualización, por lo que es recomendable utilizar la tecnología para estar por delante de la normativa y poder construir un parque inmobiliario duradero que se adecúe a las futuras acciones por parte de la Unión Europea además de por la responsabilidad social y ética de los profesionales y agentes que representamos el sector de la construcción.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no podría haber sido desarrollado sin el Consejo General de la Arquitectura Técnica y la herramienta desarrollada para el cálculo orientativo de costes básicos energéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Directiva 2002/91/UE de la Comisión Europea y el Consejo del 16 Diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de edificios. Diario Oficial de la Unión Europea 04.01.2003. ISSN 1012-9200.
- [2] Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y el Consejo de 19 Mayo 2010 relativa a la eficiencia energética de edificios. Diario Oficial de la Unión Europea 18.06.2010. ISSN 1725-2555
- [3] Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y el Consejo de 25 Octubre 2012 relativa a la eficiencia energética. Diario Oficial de la Unión Europea 14.11.2012. ISSN 1977-0685
- [4] Directiva 2018/844 del Parlamento Europeo y el Consejo de 30 May 2018. Diario Oficial de la Unión Europea 19.06.2018



CONTART

- [5] Ministerio de Vivienda. (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado, (74), 11816-11831.
- [6] Presidencia de Gobierno. (1979). Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios. Boletín Oficial del Estado, nº 253, pp. 24524-24550. España
- [7] Calculadora energética de costes. Accedido el 4 de febrero, 2020, disponible en <https://calculadora.cgate.es/index.asp>
- [8] Censos de Población y Viviendas 2011. Viviendas principales según tamaño del hogar por superficie útil. Accedido el 4 de febrero, 2020, disponible en <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t20/e244/viviendas/p01/l0/&file=01005.px&L=0>
- [9] ¿Son más grandes las casas tras la burbuja inmobiliaria? Accedido el 4 de febrero, 2020, disponible en <https://www.api.cat/noticias/son-mas-grandes-las-casas-tras-la-burbuja-inmobiliaria/>
- [10] Qué potencia eléctrica contratar para una vivienda. Accedido el 6 de febrero, 2020, disponible en <https://blog.holaluz.com/que-potencia-debo-contratar-ii/>
- [11] Consumos para usos y energías del sector residencial (2010 – 2017). Accedido el 6 de febrero, 2020, disponible en <https://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas>