



*Universidad de Jaén
Centro de Estudios de Postgrado*

Trabajo Fin de Máster

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA CERTIFICACION ENERGETICA DE BRASIL Y ESPAÑA

Alumna: Dettenborn, Juliane

Tutor/a: Prof. D. Francisco Javier Rey Martínez
Dpto: Departamento de Ingeniería Energética y
Fluidomecánica

Diciembre, 2017

RESUMEN

Las edificaciones son responsables por una parte significativa del consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Con la Certificación Energética de los edificios podemos visualizar posibles mejoras en la eficiencia energética de los edificios, por lo que resulta en una disminución de la demanda de energía y disminución de la emisión de los gases de efecto invernadero. El objetivo del presente trabajo es comparar la Certificación Energética aplicada en Brasil y en España. Para tanto fue realizado un levantamiento de los datos disponibles cuanto a los usos de energía afín de verificar los sectores de mayor consumo y las fuentes de energía en cada país. También ha sido realizado un breve relato histórico de la legislación aplicada a la Eficiencia y Certificación Energética en los edificios.

Para certificar un edificio en Brasil se puede utilizar el método prescriptivo o de simulación. El prescriptivo es un método simplificado, que evalúa las edificaciones por medio de ecuaciones y tablas. Ya el método de simulación compara los parámetros de la edificación propuesta (nueva o retrofit) con un modelo de referencia en eficiencia energética. El resultado obtenido para la calificación del edificio es dado en relación al consumo de energía, definido en kWh/m².año, lo que se encuadra en una escala de A para el más eficiente y E para el menos eficiente. La certificación posee validez de 5 años. En España hay programas informáticos oficiales para la certificación de la eficiencia energética de edificios, los cuales pueden ser la opción general o la opción simplificada. Los dos indicadores energéticos principales de la calificación son el consumo anual de energía primaria, expresado en kWh/m² construido y las emisiones de dióxido de carbono, expresadas en kg CO₂/m² construido. El resultado es representado mediante una escala donde A es el más eficiente y G la menos eficiente. Además es fornecido un estudio de posibles mejoras para la eficiencia energética de la edificación. La certificación tiene duración de 10 años. En Brasil la certificación energética de edificios todavía es voluntaria, excepto para edificios de Usos Públicos con área mayor que 250 m². Ya en España, la certificación es obligatoria para casi todos los edificios inclusive es requisito imprescindible para la venta o alquiler de inmuebles.

Con el objetivo de comparar los sistemas de certificación, ha sido realizado dos ejemplos de certificación con el mismo edificio, uno en España y otro en Brasil de acuerdo con las herramientas ofrecidas por cada país. Así fue posible evaluar los sistemas implantados por los mismos.

Índice

Índice de Figuras	5
Índice de Tablas	7
1. Introducción	8
2. Energía en Edificios.....	10
2.1 Usos de la Energía en Brasil.....	10
2.2 Usos de la energía en España	12
3. Legislación	14
3.1 Brasil	15
3.2 Unión Europea	18
3.3 España.....	21
4. Certificación Energética de Edificios.	25
4.1 Certificación Energética en España.....	25
4.1.1 Herramientas de Certificación	29
4.2 Brasil	42
4.2.1 Método Prescriptivo	44
4.2.2 Método de Simulación.....	50
5 Ejemplos De Certificación.....	52
5.1 Edificio objeto.....	52
5.2 Certificación en España.....	54
5.2.1 Herramienta LIDER	54

5.2.2	Aplicación CALENER-VYP	55
5.2.3	Clasificación final del Edificio.....	56
5.3	Certificación en Brasil.....	57
5.3.1	Clasificación de la envolvente	58
5.3.2	Clasificación de la Iluminación	59
5.3.3	Clasificación del sistema de Acondicionamiento de aire.....	60
5.3.4	Clasificación final del Edificio.....	62
5.3.5	Comparación de los resultados.....	62
6	Análisis Comparativo.....	64
7	Comentarios y Conclusiones	69
8	Referencias.....	71
ANEXOS		74
Anexo I Certificado de Eficiencia Energética		74

Índice de Figuras

Figura 1: Cambios en la intensidad de la energía primaria	9
Figura 2: Composición Sectorial del consumo de electricidad - Brasil.....	11
Figura 3: Consumo porcentual de electricidad por sector en 2016 - Brasil.....	11
Figura 4: Fuentes de energía en 2016 - Brasil.....	12
Figura 5: Energía final consumida por sectores en 2015 - España	13
Figura 6: Fuentes de Energía del sector residencial 2015 - España	13
Figura 7: Consumo energético en Viviendas en 2011 - España	14
Figura 8: Etiqueta de calificación energética - España	29
Figura 9: Verificación del documento DB-HE para viviendas	31
Figura 10: Verificación del documento DB-HE1 para edificios terciarios	32
Figura 11: Verificación del documento DB-HE1 para edificios existentes	33
Figura 12: Modelo de certificación presentado por el programa CALENER-VYP	35
Figura 13: Modelo de certificación presentado por el programa CALENER-GT.....	36
Figura 14: Estructura del procedimiento de certificación CE ³ X	38
Figura 15: certificado emitido por el programa CE ³ X.....	39
Figura 16: Detalle de la estimación de la calificación - CERMA.....	41
Figura 17: Detalle de emisiones globales - CERMA.....	41
Figura 18: Proceso para la adquisición de la ENCE.....	43
Figura 19: Modelo del Certificado Energético	49
Figura 20: Planta baja del edificio objeto	52
Figura 21: Vista tridimensional del edificio objeto.....	53
Figura 22: Resultado de la demanda anual del edificio objeto.....	55

Figura 23: Resultado de la Certificación Energética del Edificio.....	56
Figura 24: Valores de transmitancia de la cobertura y las paredes externas	58
Figura 25: Datos de dimensionamiento y huecos de la edificación	58
Figura 26: Clasificación parcial de la envolvente	58
Figura 27: Datos de la iluminación	59
Figura 28: Clasificación parcial de la iluminación.....	60
Figura 29: Datos del acondicionamiento de aire	61
Figura 30: Clasificación parcial de acondicionamiento de aire.....	61
Figura 31: Clasificación final del Edificio.....	62
Figura 32: Características de las paredes en Brasil	63
Figura 33: Características de las cubiertas en Brasil	63
Figura 34: Calificación para el Envoltorio	64
Figura 35: Nueva clasificación final del edificio	64
Figura 36: Ejemplo de la etiqueta en Brasil	67
Figura 37: Ejemplo de la etiqueta en España	68

Índice de Tablas

Tabla 1: Herramientas de Certificación Energética reconocidas	30
Tabla 2: Equivalente numérico para cada nivel de eficiencia (EqNum).....	47
Tabla 3: Clasificación general	49
Tabla 4: Perfil de utilización de los espacios	53
Tabla 5: Cargas y Caudales determinados para cada espacio	53
Tabla 6: Pre requisitos para Nivel B.....	59
Tabla 7: Pre requisitos específicos para iluminación	60
Tabla 8: Cambio de valores de transmitancia térmica	63

1. Introducción

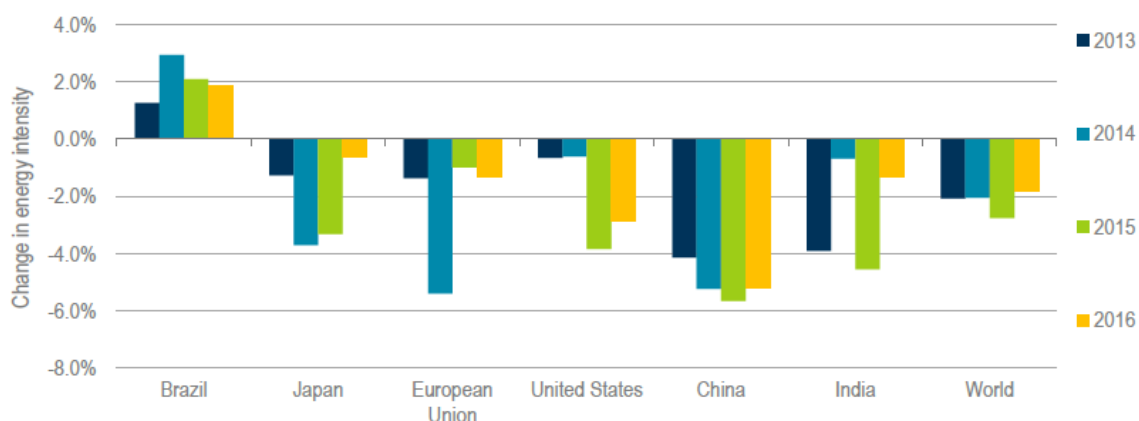
Las ciudades son verdaderos organismos vivos, cuya base de su alimentación es la energía. La población mundial se concentra en su mayor parte en las ciudades, por lo que el mayor porcentaje de consumo energético mundial está asociado por las mismas. La población está cada vez más dependiente de los productos energéticos. El consumo de energía, que se da principalmente por combustibles fósiles, es uno de los principales causadores del cambio climático, siendo uno de los principales factores de la crisis global del medio ambiente. Los gases de efecto invernadero, en especial el CO₂ están directamente vinculados al modelo de producción y el consumo energético. En este panorama surge la eficiencia energética como una de las alternativas para la reestructuración del modelo de producción y consumo de energía actual (CAVALCANTI, 2017).

La eficiencia energética y el desarrollo de energías renovables son los principales instrumentos para alcanzar el objetivo del protocolo de Kyoto, una vez que la producción y el consumo de energía son los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, los procesos de captación, transformación y uso de la energía afectan inciden sobre el agotamiento de los recursos no renovables (MARTÍNEZ, 2010).

Se estima un potencial de reducción de consumo de aproximadamente 30% con implementación de acciones de eficiencia energética en los sistemas de iluminación, aire acondicionado e intervenciones arquitectónicas en la envolvente, en lo que se refiere a las edificaciones existentes. Este porcentaje se eleva al 50% en edificaciones nuevas (MME, 2011).

La eficiencia energética es fundamental para el logro de una gama de objetivos de política, incluida la seguridad energética, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental. Si no hubiera sido realizado mejoras en la eficiencia energética desde el año 2000, en 2016 el mundo habría utilizado 12% más de energía. Desde el año 2010 la intensidad de energía ha disminuido a una tasa promedio de 2,1% (IEA, 2017). La intensidad de la energía es la cantidad de demanda de energía primaria necesaria para producir una unidad de Producto Interno Bruto – PIB, es decir, la cantidad de energía necesaria antes de convertirla en uso final combustibles como electricidad y gasolina. Los cambios en la intensidad de la energía primaria desde el año 2013 hasta 2016 están representados en la Figura 1.

Figura 1: Cambios en la intensidad de la energía primaria



Fuente: IEA, 2017

Las mejoras en la eficiencia energética, los cambios en la estructura económica y el movimiento de la actividad económica influyen en los cambios en la intensidad energética primaria global. La economía de China y su consumo de energía tienen un gran impacto en las tendencias de la intensidad de energía global, su intensidad disminuyó un 5,2%. La Unión Europea la intensidad energética mejoró 1,3%. Ya en Brasil, la intensidad energética presenta un aumento de aproximadamente 2%.

Para mantener su nivel de vida y confort, la sociedad actual necesita un alto consumo energético. Por lo tanto, el reto consiste en buscar el desarrollo sostenible, manteniendo el nivel de actividad, transformación y de progreso, pero ajustando las necesidades a los recursos existentes y evitando el derroche energético (MARTÍNEZ, 2010).

La certificación energética se muestra una fuerte aliada para la eficiencia energética, pues nos permite verificar donde pueden ser aplicadas mejoras para disminuir el consumo o no desperdiciar la energía y consecuentemente disminuir las emisiones del gas de efecto invernadero sin alterar nuestro nivel de confort.

2. Energía en Edificios

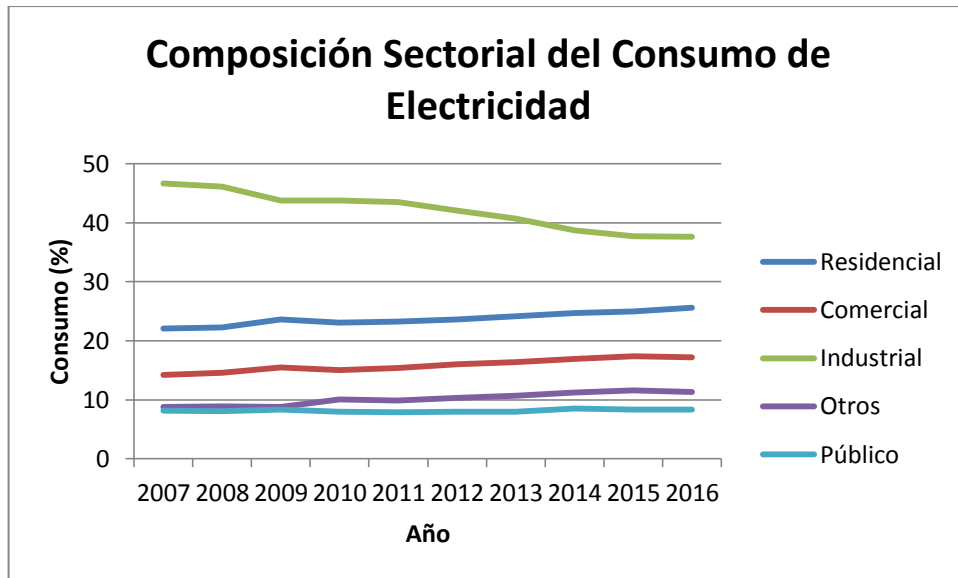
De una manera general, la demanda de energía en un mercado desarrollado es determinada por tres grandes sectores de consumo: Industria, Transportes y Servicios o cual incluí usos domésticos y diversos. Cuanto al consumo atribuible a la industria, su proporción depende de la estructura sectorial de la producción, así, donde predominan las industrias fuertemente consumidoras de energía, el sector que tiene mayor dimensión es el sector industrial. Ya en los países con escaso nivel de desarrollo, la principal demanda de energía es correspondiente a los transportes. Los usos domésticos y diversos van adquiriendo mayor significación a medida que crece el nivel de ingreso per cápita. Otro factor que influencia en este sector es las características del clima a cual reflète en el uso de la calefacción y acondicionamiento de aire (GARCÍA, 2006).

El consumo de energía en el sector residencial presenta gran variación en el mundo y conocer las diferencias de su utilización es fundamental para garantizar un mejor aprovechamiento de energía. El clima de la región, las características arquitectónicas de la construcción, el sistema de ventilación y enfriamiento, el rendimiento de los aparatos electrónicos y las características de uso y hábitos de los habitantes influyen el consumo de energía. Puede ser alterado también debido al tamaño de la familia, de las dimensiones de la vivienda, del estilo de vida y de la renta familiar. La energía consumida en una residencia puede variar a cada hora del día, semana, fines de semana y en los diferentes meses del año (FEDRIGO, 2009)

2.1 Usos de la Energía en Brasil

De acuerdo con los datos del Balance Energético Nacional – BEN, el consumo de electricidad en 2016 disminuyó 0,86% en relación al año 2015. En la Figura 2, es posible evaluar la variación del consumo de electricidad por sectores desde el año 2007.

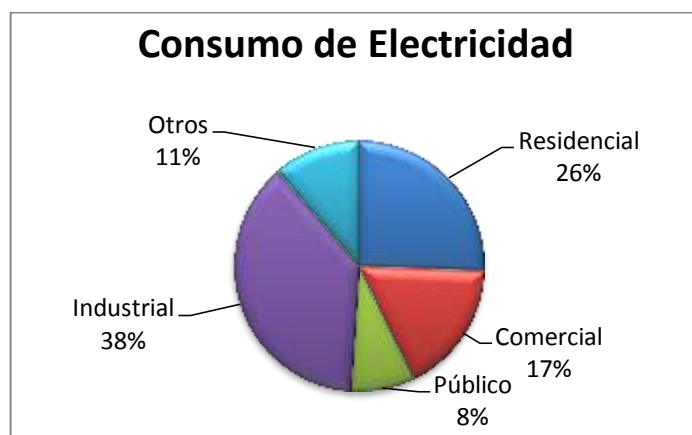
Figura 2: Composición Sectorial del consumo de electricidad - Brasil



Fuente: adaptado de BEN (2017).

El mayor consumo de electricidad en Brasil está asociado al uso Industrial aunque el mismo ven disminuyendo su consumo desde el año 2007, en cuanto los sectores Residencial, Comercial y Público ven aumentando su consumo. El consumo residencial he aumentado su consumo en 13,7% en este mismo periodo. De un modo general, el consumo total de electricidad he aumentado 21,4% desde el año 2007. Conforme la Figura 3, en 2016 el sector industrial fue el responsable por el consumo de 38% de la electricidad, se levamos en cuenta los sectores residenciales, comerciales y públicos tendremos que el sector de edificaciones he consumido 51% del total de la electricidad, ultrapasando el consumo de las industrias.

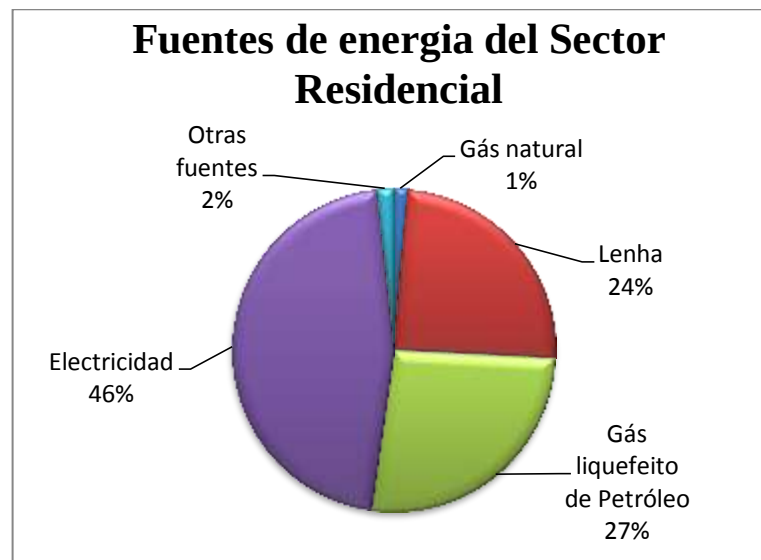
Figura 3: Consumo porcentual de electricidad por sector en 2016 - Brasil



Fuente: adaptado de BEN (2017).

Cuanto a las fuentes de energía utilizadas por el sector Residencial en el año 2016 la energía eléctrica contabilizó 46% del total, a cual presentó un aumento de 1,7% en relación al año 2015. En la Figura 4, es presentada la división de las fuentes de energías utilizadas por las residencias. En Brasil, el consumo de electricidad es significativo para el uso de electrodomésticos, duchas, lámparas y otros equipos. Ya el consumo de leña, gas natural y GLP atienden la demanda de cocina y calentamiento de agua. Uno de los grandes consumidores de energía en Brasil son las duchas, una vez que utilizan energía eléctrica para el calentamiento del agua.

Figura 4: Fuentes de energía en 2016 - Brasil



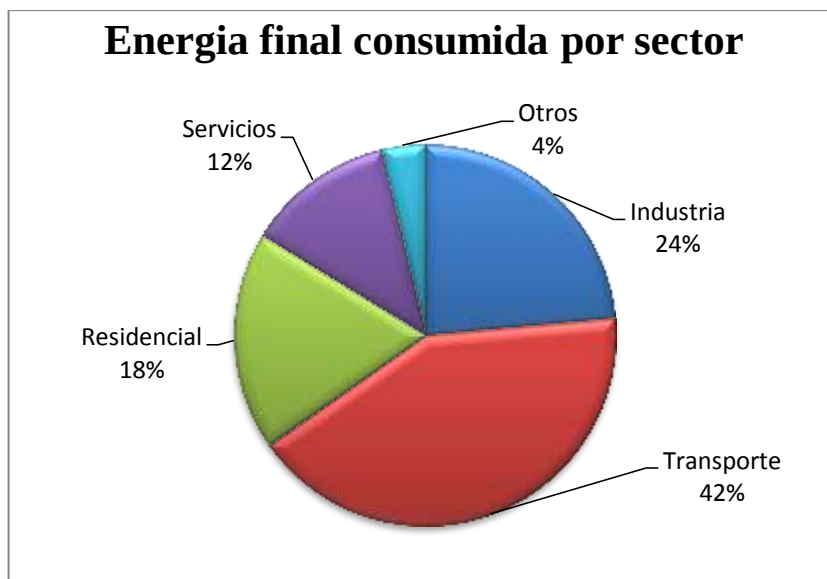
Fuente: adaptado de BEN (2017).

De acuerdo con a ANEEL – Agencia Nacional de Energía Eléctrica, en 2012 Brasil tenía 72,70 millones de unidades consumidoras de energía eléctrica.

2.2 Usos de la energía en España

De acuerdo con los datos apuntados pelo Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía - IDAE, en el año 2015, el sector de transportes representó 42% del consumo de energía final, seguida de la industria con 24%. Ya el sector residencial presentó 18% de toda la energía final consumida en España. Los resultados están dispuestos en la Figura 5.

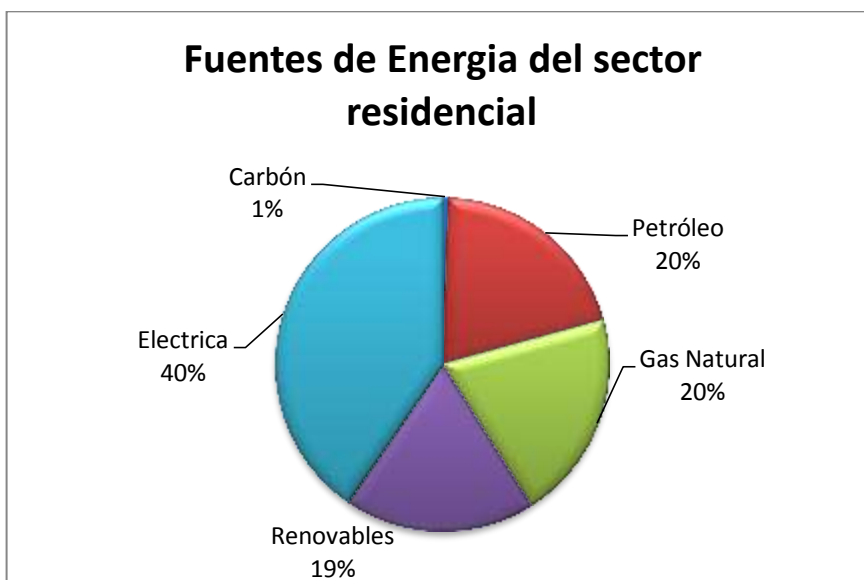
Figura 5: Energía final consumida por sectores en 2015 - España



Fuente: adaptado de IDAE, (2015)

Cuanto a las fuentes de generación de energía para el sector residencial, la electricidad fue la más utilizada, totalizando 40%, en 2015. El Gas Natural presenta 20% así como los productos petrolíferos que también presentan 20% del total de las fuentes de energía del sector residencial en España. La energía renovable representó un 19% en las residencias en cuanto que el carbón presentó 1% de las fuentes de energía, conforme la Figura 6.

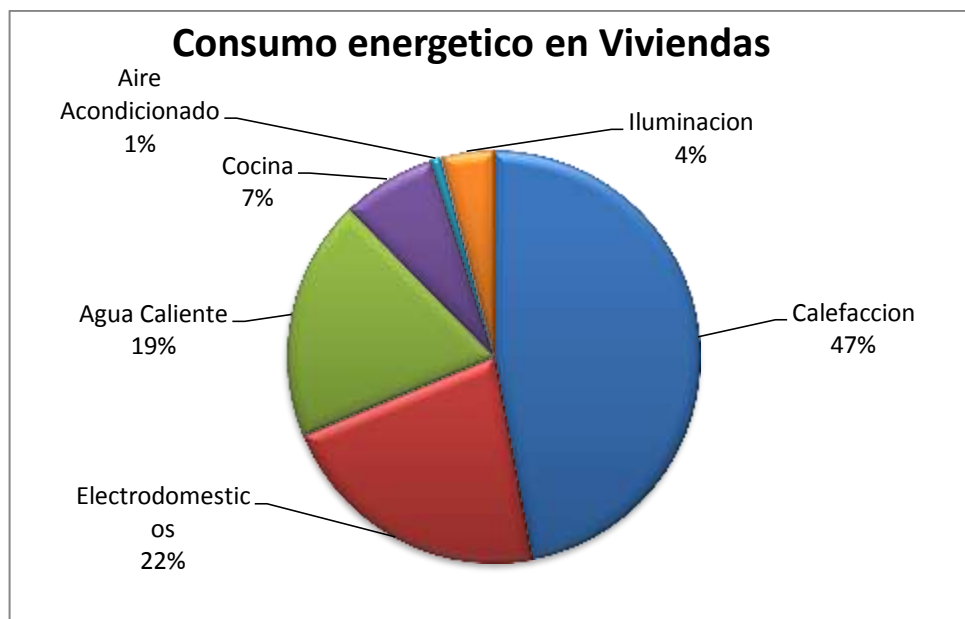
Figura 6: Fuentes de Energía del sector residencial 2015 - España



Fuente: adaptado de IDAE (2015)

Segundo estudio realizado pelo IDAE, en el año 2011, considerando el consumo energético en las viviendas españolas, el servicio de calefacción es el que más demanda energía (47%), cerca de la mitad de todo el consumo del sector residencial. Los electrodomésticos presentan 22% del consumo, seguido por el agua Caliente a cual consume 19% de la energía. La cocina ocupa el cuarto lugar con 7% del consumo. El consumo responsable por la iluminación de las viviendas representa solo 4% del total y los equipos de aire acondicionado representan 1% del total de energía consumida. Los datos están dispuestos en la Figura 7.

Figura 7: Consumo energético en Viviendas en 2011 - España



Fuente: adaptado de IDAE, 2011

3. Legislación

A seguir será presentado la legislación pertinente a eficiencia y certificación energética en edificios en Brasil, Unión Europea y España.

3.1 Brasil

La primera medida pública para promover la aplicación de la eficiencia energética en Brasil se produjo en 1981, con la creación del Programa Conserve, por medio de la Portaria MIC/GM46, a cual tenía como objetivo la promoción de la conservación de energía en la industria, el desarrollo de productos y procesos energéticamente más eficientes. Ya en el año 1982, el Programa de Movilización Energética (PME), fue caracterizado por un conjunto de acciones dirigidas para incentivar el uso de medidas de conservación de energía y, especialmente, sustituir los derivados del petróleo por las fuentes de energía renovables. En 1984, el INMETRO - Instituto Brasileño de Metrología, Normalización y Calidad, implementó el programa de Conservación de Energía Eléctrica en Electrodomésticos, teniendo como objetivo reducir el consumo de equipos como refrigeradores, congeladores y acondicionadores de aire. En 1992 este programa fue renombrado siendo llamado Programa Brasileño de Etiquetaje - PBE, habiendo sido preservadas las atribuciones iniciales y se agregaron requisitos de seguridad y el establecimiento de acciones para la definición de índices mínimos de eficiencia energética (MME, 2011).

En 1985, el gobierno brasileño promulgó la Portaria Interministerial nº 1.877, de los Ministerios de Minas y Energía y del Ministerio de Industria y Comercio Exterior, por la que se estableció el Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica - PROCEL. Su misión fue promover el uso racional de la energía eléctrica en todo el país dentro de una visión global y coordinada (Brasil, 1985).

Seis años después, se instituyó el Programa Nacional de la Racionalización del Uso de Derivados del Petróleo y del Gas Natural - CONPET, por medio del decreto presidencial, de 18 de julio de 1991, con el fin de desarrollar e integrar las acciones encaminadas a la racionalización del uso de los derivados del petróleo y del gas natural, en consonancia con las directrices del Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica - PROCEL (Brasil, 1991).

En 6 de agosto de 1997, fue promulgada la Ley nº 9.478/1997 que dispone sobre la Política Energética Nacional - PEN y crea la ANP, Agencia Nacional del Petróleo. Segundo esta ley, uno de los principios de la Política Energética Nacional son las políticas nacionales para el aprovechamiento racional de las fuentes de energía, buscando, entre otros objetivos, proteger el medio ambiente y promover la conservación de energía. (Brasil, 1997).

El principal marco legal en el área de eficiencia energética en el país se publicó en 17 de octubre de 2001, la Ley nº10.295/2001, conocida como la Ley de la Eficiencia Energética. Esta ley lanzó la Política Nacional de Conservación y Uso Racional de Energía. Por esta ley se estableció que el Poder Ejecutivo sería responsable de desarrollar mecanismos que promuevan la eficiencia energética de máquinas y equipos fabricados y comercializados y de las edificaciones construidas en el país (BRASIL, 2001a). En el mismo año, se publicó el Decreto nº 4.059/ 2001, al que reguló la Ley nº 10.295/2001 al establecer los niveles máximos de consumo de energía, o mínimos de eficiencia energética, de máquinas y aparatos consumidores de energía fabricados o comercializados en el país, así como las edificaciones construidas. Se establecerán sobre la base de indicadores técnicos y de reglamentación específica (BRASIL, 2001b). En este contexto, en 2003 fue lanzado el Plan de acción para la Eficiencia Energética en Edificios denominado Procel Edifica - Programa Nacional de Eficiencia Energética en Edificaciones. El Procel Edifica, desarrolla y apoya proyectos en la área de conservación de energía en edificaciones residenciales, comerciales, de servicios y públicas, esas actividades incluyen investigaciones y apoyo a la producción de nuevas tecnologías, materiales y sistemas constructivos, además de estimular el desarrollo de equipos eficientes, utilizados en edificaciones (MME, 2011).

En los años siguientes, hubo avances relevantes en el marco del Programa Brasileño de Etiquetaje - PBE. Los productos regulados por el PBE se implementan inicialmente de forma voluntaria y, gradualmente, pasan a ser de carácter obligatorio. El gobierno lanzó el Programa de Certificación de Eficiencia Energética para Edificios Comerciales, Públicos y de Servicios en 2009, y para los edificios residenciales, en 2010. En 27 de febrero de 2009 fue publicado el Reglamento Técnico de Calidad para Eficiencia Energética de Edificios Comerciales, de Servicios y Públicos – RTQ-C, a través de la Portaria nº 53 de INMETRO, con el objetivo de crear las condiciones para el Etiquetado Voluntario del nivel de eficiencia energética de los edificios comerciales, de servicios y públicos (BRASIL, 2009a), también se publicó documentos complementarios, como el Reglamento de Evaluación de la Conformidad del Nivel de Eficiencia Energética de Edificios Comerciales, de Servicios y Públicos – RAC-C (BRASIL, 2009b). Ya en 2010, la portaría nº 449 de 25 de noviembre publicó el Reglamento Técnico de Calidad para el Nivel de Eficiencia Energética de Edificaciones Residenciales - RTQ-R, o sea, un reglamento específico para el sector residencial (Brasil, 2010) y en 2011 la portaría nº 122 de 15 de marzo publicó el RAC-R - Requisitos de

Evaluación de la Conformidad del nivel de Eficiencia Energética para Edificaciones (Brasil, 2011).

Los reglamentos técnicos publicados en 2009 y 2010 para el etiquetado voluntario a nivel de eficiencia energética de edificios comerciales, de servicios y públicos incluyen tres requisitos principales: el desempeño térmico de la envolvente, la eficiencia y potencia instalada del sistema de iluminación y eficiencia del sistema de acondicionamiento de aire. Siendo que para el sector residencial solo es evaluable la envolvente y el sistema de calentamiento de agua. Los reglamentos técnicos se aplican para la evaluación de las fases de construcción del diseño y de construcción generando la Etiqueta Nacional de Conservación de Energía – ENCE.

La ENCE todavía no es obligatoria para los edificios comerciales, de servicio y residenciales. Solo es obligatorio en los proyectos y sus edificaciones públicas federales nuevas o que reciban retrofit, de acuerdo con la Instrucción Normativa nº 2 de 4 de junio de 2014. La misma instrucción define las edificaciones públicas federales como “los inmuebles construidos o adaptados con recursos públicos federales para el ejercicio de actividad administrativa o para la prestación de servicios públicos, tales como edificios administrativos, escuelas, hospitales, puestos de salud, clínicas, museos, instituciones de investigación y otras instituciones o asociaciones de diversos tipos” y el Retrofit como “cualquier reforma que altere los sistemas de iluminación, acondicionamiento de aire o la envolvente de la edificación”. Los edificios están obligados a obtener un ENCE clase “A”. Están dispensadas de la obtención de la ENCE las edificaciones con hasta 500 m² de área construida o cuyo valor de la obra sea inferior al equivalente al Costo Unitario Básico de la Construcción Civil - CUB Medio Brasil actualizado a una edificación de 500m² (Brasil, 2014)

Además a la creación de programas y leyes, el lanzamiento de planes nacionales fue una importante medida para apoyar la planificación y ejecución de medidas de conservación de la energía. Entre los planes más relevantes están el Plan Nacional de Energía 2030 – PNE-2030 y el Plan Nacional de Eficiencia Energética - PNEf. El Plan Nacional de Energía 2030, presenta el potencial de aplicación de medidas de eficiencia energética en Brasil, para diferentes escenarios macroeconómicos. El plan tiene como premisa la reducción de 10% del consumo de energía eléctrica hasta el año 2030. Ya el Plan Nacional de Eficiencia Energética que integra el PNE-2013, describe acciones diversas que pueden ser desarrolladas para aumentar la conservación de energía en los sectores industrial, transportes, edificaciones, iluminación pública, saneamiento y educación.

3.2 Unión Europea

En 13 de septiembre de 1993, a través del Consejo de las Comunidades Europeas, es publicada la Directiva 93/76/CEE relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE). Esta Directiva tiene por objetivo la limitación, por parte de los Estados miembros, de las emisiones de dióxido de carbono, mediante la mejora de la eficacia energética, en particular mediante el establecimiento y la aplicación de programas en los siguientes ámbitos:

- Certificación Energética de los Edificios;
- Facturación de los gastos de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria en función del consumo real;
- Financiación por terceros de las inversiones en eficacia energética en el sector público;
- Aislamiento térmico de los edificios nuevos;
- Inspección periódica de las calderas;
- Auditorías energéticas en las empresas de elevado consumo de energía.

En el Artículo 2 la Directiva establece que *“Los Estados miembros establecerán y aplicarán programas relativos a la certificación energética de los edificios. La certificación energética de los edificios, que consiste en la descripción de sus características energéticas, deberá aportar información a los interesados en utilizar un edificio, sobre la eficacia energética del mismo”*. (UE, 1993)

En el año 2000 surge el programa SAVE II, o cual es utilizado para estimular medidas de eficacia energética, incentivar las inversiones orientadas a la conservación de energía y crear las condiciones para mejorar la intensidad energética del consumo final.

En diciembre de 2002 se aprobó la Directiva 2002/91/CE, (UE, 2002), de eficiencia energética de los edificios con objetivo de fomentar la eficiencia energética de los edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las características locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficacia. Con posterioridad, la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, ha sido modificada mediante la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010.

La presente Directiva establece requisitos en relación con:

- el marco común general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios o de unidades del edificio;

- la aplicación de requisitos mínimos a la eficiencia energética de los edificios nuevos o de nuevas unidades del edificio;
- la aplicación de requisitos mínimos a la eficiencia energética de:
 - edificios, unidades y elementos de edificios existentes que sean objeto de reformas importantes,
 - elementos de construcción que formen parte de la envolvente del edificio y tengan repercusiones significativas sobre la eficiencia energética de tal envolvente cuando se modernicen o sustituyan, y
 - instalaciones técnicas de los edificios cuando se instalen, sustituyan o mejoren;
- los planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo;
- la certificación energética de los edificios o de unidades del edificio;
- la inspección periódica de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado de edificios, y
- los sistemas de control independiente de los certificados de eficiencia energética y de los informes de inspección.

Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que se establezcan unos requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios o unidades de este con el fin de alcanzar niveles óptimos de rentabilidad. También aplicarán una metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios con arreglo al marco general común. Así, la eficiencia energética de un edificio se determinará partiendo de la cantidad, calculada o real, de energía consumida anualmente para satisfacer las distintas necesidades ligadas a su utilización normal, que refleje la energía necesaria para la calefacción y la refrigeración a fin de mantener las condiciones de temperatura previstas para el edificio y sus necesidades de agua caliente sanitaria. La eficiencia energética de un edificio se expresará de forma clara e incluirá un indicador de eficiencia energética y un indicador numérico del consumo de energía primaria, basado en los factores de energía primaria por el suministrador de energía, que podrá basarse en unas medias anuales ponderadas, nacionales o regionales, o en un valor particular para la generación in situ.

Los Estados miembros calcularán los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética utilizando el marco metodológico comparativo y los parámetros pertinentes, tales como las condiciones climáticas y la accesibilidad práctica de las

infraestructuras energéticas, y compararán los resultados de este cálculo con los requisitos mínimos de eficiencia energética en vigor. En los edificios nuevos, los Estados miembros velarán para que, antes de que se inicie la construcción, se consideren y tengan en cuenta la viabilidad técnica, medioambiental y económica de instalaciones alternativas de alta eficiencia como instalaciones descentralizadas de abastecimiento de energía basadas en energía procedente de fuentes renovables, cogeneración, calefacción o refrigeración urbana o central, en particular si se basa total o parcialmente en energía procedente de fuentes renovables y bombas de calor. Los Estados miembros adoptarán, además, las medidas necesarias para garantizar que cuando se proceda a la mejora o sustitución de un elemento de un edificio que forme parte de la envolvente del edificio y repercuta de manera significativa en la eficiencia energética de tal envolvente, la eficiencia energética de dicho elemento cumpla unos requisitos mínimos de eficiencia energética siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable. Cuanto a las Instalaciones técnicas de los edificios, los Estados miembros fijarán unos requisitos en relación con la eficiencia energética general, la instalación correcta y el dimensionado, control y ajuste adecuados de dichas instalaciones. Los requisitos se aplican a instalaciones técnicas de los edificios que sean nuevas, sustituyan a las existentes o las mejoren y se aplicarán siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.

Los Estados miembros elaborarán planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo. Hasta el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo, y 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.

Los Estados miembros velarán para que se expida un certificado de eficiencia energética para los edificios o unidades de estos que se construyan, vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, y para los edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m² y que sean frecuentados habitualmente por el público. El certificado de eficiencia energética deberá incluir la eficiencia energética de un edificio y valores de referencia tales como requisitos mínimos de eficiencia energética con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o de una unidad de este puedan comparar y evaluar su eficiencia energética. El certificado de eficiencia energética deberá incluir recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de eficiencia energética de un edificio o de una unidad de este, a menos que no exista ningún potencial razonable para

una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes. Las recomendaciones incluidas en el certificado de eficiencia energética serán técnicamente viables en el edificio concreto y podrán incluir una estimación de los plazos de recuperación de la inversión o de la rentabilidad durante su ciclo de vida útil. Las recomendaciones incluidas en el certificado de eficiencia energética abordarán:

- las medidas aplicadas en el marco de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio, y
- las medidas relativas a elementos de un edificio, independientemente de la realización de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio.

Cuando un edificio de superficie útil total superior a 250 m² sea frecuentado habitualmente por el público, es obligatorio que el certificado de eficiencia energética se exponga en lugar destacado y bien visible por el público (UE, 2010).

3.3 España

La Normativa Española sobre eficiencia energética surgió en el año 1979 con la aprobación por Real Decreto 2429/79 de la Normativa Básica de la Edificación NBE CT-79 a cual tiene como objetivo establecer las Condiciones Térmicas exigibles a los edificios, así como los datos que condicionan su determinación (España, 1979).

Cuanto a las instalaciones térmicas en los edificios, se establece la debida normativa a través del Real Decreto 1618/1980 que aprueba el Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, con el fin de racionalizar su consumo energético, y en julio de 1981 por una Orden de Presidencia del Gobierno las Instrucciones Técnicas Complementarias denominadas ITIC. Posteriormente este Reglamento quedó derogado con la entrada en vigor del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), Real Decreto 1751/1998, creándose también la comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. En 2007 e, Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el RITE deroga y substituye al anterior RITE aprobado por el Real Decreto 175/1998 (MARTINEZ, 2010).

En 6 de noviembre de 1999 fue publicada la Ley 38/1999, de Ordenación de la Edificación (LOE) a cual entro en vigor seis meses después. El objetivo prioritario es regular

el proceso de la edificación actualizando y completando la configuración legal de los agentes que intervienen en el mismo, fijando sus obligaciones para así establecer las responsabilidades y cubrir las garantías a los usuarios, en base a una definición de los requisitos básicos que deben satisfacer los edificios, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente. La LOE también autoriza al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación - CTE que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad (ESPAÑA, 1999).

El Código Técnico de la Edificación – CTE, es el marco normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, que permiten el cumplimiento de los requisitos básicos de la edificación establecidos en la Ley 38/1999, con el objetivo de garantizar la seguridad de las personas, el bien estar de la sociedad y la protección del medio ambiente. Dentro del CTE, existen los Documentos Básicos – DB que son basados en el conocimiento consolidado de las distintas técnicas constructivas, pudiendo ser actualizados en función de los avances técnicos y las demandas sociales. Dentro del apartado de habitabilidad el CTE incluye el Documento Básico del Ahorro de Energía – DB HE, que tiene como objetivo conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios a través de la reducción del consumo energético y utilización de fuentes de energía renovable. *“Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5 y la sección HE 0 que se relaciona con varias de las anteriores. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico Ahorro de energía”* (DB HE, 2017). Dichas exigencias básicas son:

- HE0: Limitación del consumo energético
- HE1: Limitación de la demanda energética
- HE2: Rendimiento de las instalaciones térmicas
- HE3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- HE4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- HE5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

La Certificación Energética de los Edificios es una exigencia derivada de la Directiva 2002/91/CE y la Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo. Estas directivas, se transponen parcialmente al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 47/2007 y Real

Decreto 235/2013 respectivamente, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios, tanto de nueva construcción, como existentes. Este Procedimiento básico será de aplicación a:

- Edificios de nueva construcción.
- Edificios o partes de edificios existentes que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor.
- Edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m² y que sean frecuentados habitualmente por el público.

En 2 de junio de 2017 fue publicado el Real Decreto 564/2017, o cual modifico el Real Decreto 253/13 en relación al artículo 2.2, donde se excluyen del ámbito de aplicación:

- Edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, siempre que cualquier actuación de mejora de la eficiencia energética alterase de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables.
- Edificios o partes de edificios utilizados exclusivamente como lugares de culto y para actividades religiosas.
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
- Edificios industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales, o partes de los mismos, de baja demanda energética. Aquellas zonas que no requieran garantizar unas condiciones térmicas de confort, como las destinadas a talleres y procesos industriales, se considerarán de baja demanda energética.
- Edificios o partes de edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².
- Edificios que se compren para reformas importantes o demolición.
- Edificios o partes de edificios existentes de viviendas, cuyo uso sea inferior a cuatro meses al año, o bien durante un tiempo limitado al año y con un consumo previsto de energía inferior al 25% de lo que resultaría de su utilización durante todo el año, siempre que así conste mediante declaración responsable del propietario de la vivienda.

Además a través de este real decreto Se modifica la disposición adicional segunda en relación a los edificios de consumo de energía casi nulo, cuya redacción pasa a ser la siguiente:

- A más tardar el 31 de diciembre de 2020, los edificios nuevos serán edificios de consumo de energía casi nulo, definidos en la disposición adicional cuarta del Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.
- Los edificios nuevos que vayan a estar ocupados y sean de titularidad pública, serán edificios de consumo de energía casi nulo después del 31 de diciembre de 2018.
- Los requisitos mínimos que deben satisfacer esos edificios serán los que en cada momento se determinen en el Código Técnico de la Edificación.

La certificación de eficiencia energética de un edificio de nueva construcción o parte del mismo, constará de dos fases: la certificación de eficiencia energética del proyecto y la certificación energética del edificio terminado.

En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asigna a cada edificio una Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

El certificado de eficiencia energética del edificio o de la parte del mismo contendrá como mínimo la siguiente información:

- Identificación del edificio o de la parte del mismo que se certifica, incluyendo su referencia catastral.
- Indicación del procedimiento utilizado para obtener la calificación de eficiencia energética.
- Indicación de la normativa sobre ahorro y eficiencia energética de aplicación en el momento de su construcción.
- Descripción de las características energéticas del edificio: envolvente térmica, instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad de aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.
- Calificación de eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética.
- Para los edificios existentes, documento de recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio o de una parte de

este, a menos que no exista ningún potencial razonable para una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes. Las recomendaciones incluidas en el certificado de eficiencia energética abordarán:

- Las medidas aplicadas en el marco de reformas importantes de la envolvente y de las instalaciones técnicas de un edificio, y
- Las medidas relativas a elementos de un edificio, independientemente de la realización de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio.
- Descripción de las pruebas y comprobaciones llevadas a cabo, en su caso, por el técnico competente durante la fase de calificación energética.
- Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.

La obtención del certificado de eficiencia energética otorgará el derecho de utilización de una Etiqueta de Eficiencia Energética, durante el periodo de validez del mismo. Esta se incluirá en toda oferta, promoción y publicidad dirigida a la venta o arrendamiento del edificio o unidad del edificio

4. Certificación Energética de Edificios.

MARTINES 2010, define la certificación energética de edificios como “la descripción de las características energéticas de éstos, que aporta información a los usuarios interesados en utilizar un edificio sobre la eficiencia energética del mismo”.

4.1 Certificación Energética en España

De acuerdo con MARTINES 2010, la certificación energética en España, para respetar las Directivas vigentes, tendrá que reunir las siguientes características:

- Limitar las emisiones de CO₂ :

Esto implica que las medidas incluidas en la certificación energética tendrán que ser susceptibles de evaluación en términos de emisiones de CO₂. Supone también que la consecución de menores valores de emisión de CO₂ se logre mediante la mejora de eficiencia energética, lo que implica desde el punto de vista energético menor consumo de energía primaria y empleo de formas de energía y sistemas de transformación menos contaminantes.

- Facilitar la transparencia del mercado inmobiliario:

Las actuaciones realizadas en la Unión Europea para examinar el alcance y las características de la certificación energética parecen haber llegado al consenso de que la información final a los intervinientes en el sector edificatorio, especialmente a promotores y usuarios, debe ser clara y concreta.

- Otros aspectos a considerar:
 - Debe incluir una descripción de las características energéticas.
 - Aporta una información sobre la eficiencia energética, de manera que la nueva descripción de las características energéticas informe al usuario no cualificado de la bondad de las mismas.
 - Con carácter opcional, incluye la posibilidad de mejorar dichas características energéticas.

Los procedimientos para la calificación de eficiencia energética de un edificio deben ser documentos reconocidos y estar inscritos en el Registro general del Ministerio de Industria, Energía y Turismo y por el Ministerio de Fomento. Los programas oficiales para la certificación de la eficiencia energética de edificios pueden ser utilizados como herramienta para certificar edificios existentes o edificios de nueva construcción, con la opción general o con la opción simplificada, de uso residencial o de uso terciario.

La calificación energética se expresa a través de varios indicadores que permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento energético del edificio. Estos indicadores, en base anual y referidos a la unidad de superficie útil del edificio, se obtendrán de la energía consumida por el edificio para satisfacer, en unas condiciones climáticas determinadas, las necesidades asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá la energía consumida en: calefacción, refrigeración, ventilación, producción de agua caliente sanitaria y en caso de vivienda también la iluminación; a fin de

mantener las condiciones de confort térmico y lumínico así como la calidad del aire interior. Los dos indicadores energéticos principales son:

- Consumo anual de energía primaria, expresado en kWh/m² construido,
- Emisiones de dióxido de carbono, expresadas en kg CO₂/m² construido.

Además de los indicadores energéticos principales, tense los indicadores complementarios de eficiencia energética definidos por:

- La demanda energética anual de calefacción;
- La demanda energética anual de refrigeración;
- El consumo anual de energía primaria no renovable desagregada por servicios;
- Las emisiones anuales de CO₂ e desagregada por servicios;
- Las emisiones anuales de CO₂ e desagregada por consumo eléctrico y por otros combustibles.

Los servicios considerados en los indicadores complementarios son los de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria y, en edificios de uso distinto al residencial privado (vivienda), también el de iluminación. Los indicadores complementarios permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento del edificio, forneciendo informaciones útiles sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer medidas de mejoras (IDAE, 2015).

La metodología de cálculo de la eficiencia energética deberá establecerse teniendo en cuenta al menos los siguientes aspectos:

- características térmicas reales del edificio, incluidas sus divisiones internas:
 - capacidad térmica, aislamiento, calefacción pasiva, elementos de refrigeración, y puentes térmicos;
- instalación de calefacción y de agua caliente, y sus características de aislamiento;
- instalaciones de aire acondicionado;
- ventilación natural y mecánica, lo que podrá incluir la estanqueidad del aire;
- instalación de iluminación incorporada
- diseño, emplazamiento y orientación del edificio, incluidas las condiciones climáticas exteriores;
- instalaciones solares pasivas y protección solar;
- condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas y cargas internas.

En el cálculo se tendrá en cuenta la incidencia positiva de los siguientes aspectos, cuando resulten pertinentes: condiciones locales de exposición al sol, sistemas solares activos y otros sistemas de calefacción o producción de electricidad basados en energía procedente de fuentes renovables; electricidad producida por cogeneración; sistemas urbanos o centrales de calefacción y refrigeración; iluminación natural.

A efectos del cálculo, los edificios deberían clasificarse adecuadamente en las siguientes categorías:

- viviendas unifamiliares de distintos tipos;
- edificios en bloque;
- oficinas;
- centros de enseñanza;
- hospitales;
- hoteles y restaurantes;
- instalaciones deportivas;
- edificios comerciales destinados a la venta al por mayor o al por menor;
- otros tipos de edificios que consuman energía.

En España se cuenta con programas oficiales para la certificación energética de los edificios, como la Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC) y los programas informáticos simplificados CE3, CE3X y CERMA.

Los edificios se clasificarán, para cada uno de los indicadores de eficiencia energética, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A, edificio más eficiente, a la letra G, edificio menos eficiente.

El certificado de eficiencia energética se ajustará al modelo incluido en el Anexo I, pudiendo contener anexos adicionales, cuando estos resulten necesarios.

La certificación de eficiencia energética de un edificio de nueva construcción o parte del mismo, constará de dos fases: la certificación de eficiencia energética del proyecto y la certificación energética del edificio terminado. El certificado de eficiencia energética del proyecto quedará incorporado al proyecto de ejecución, expresando la veracidad de la información en él contenida y la conformidad entre la calificación de eficiencia energética obtenida con el proyecto de ejecución del edificio. El certificado de eficiencia energética del edificio terminado expresará que el edificio ha sido ejecutado de acuerdo con lo establecido en el proyecto de ejecución y en consecuencia se alcanza la calificación indicada en el certificado de eficiencia energética del proyecto.

La etiqueta de eficiencia energética de edificios en territorio español se ajustará al modelo de la Figura 8.

Figura 8: Etiqueta de calificación energética - España

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO:

Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio
Referencia/s catastrales	Dirección
	Municipio
	C.P.
	C. Autónoma

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kWh / m² año	Emisiones kg CO ₂ / m² año
A más eficiente		
B		
C		
D		
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

Válido hasta diciembre de 2020

ESPAÑA
Directiva 2010 / 31 / UE

4.1.1 Herramientas de Certificación

En España se cuenta con programas oficiales para la certificación energética de los edificios. La Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC), es una herramienta informática, que permite obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio, tanto en su fase de proyecto como del edificio terminado. Están integrados a esta herramienta los programas LIDER, CALENERVYP y CALENER-GT. Los Programas informáticos CE3, CE3X y CERMA, son herramientas informáticas simplificadas que permiten obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente (CE3 y CE3X) y de edificios

destinados a viviendas (CERMA). La Tabla 1, presenta un resumen de las herramientas de Certificación Energética reconocidas y sus aplicabilidades de acuerdo con el tipo de edificio.

Tabla 1: Herramientas de Certificación Energética reconocidas

Tipo de Edificio		Herramienta de Certificación
Edificios Nuevos	Viviendas	HULC CERMA
	Otros usos	HULC
Edificios Existentes	Viviendas	HULC CE3 CE3X CERMA
	Otros usos	HULC CE3 CE3X

Fuente: el autor

4.1.1.1 Programa LIDER

El programa LIDER se trata de la herramienta informática desarrollada por AICIA - Grupo de termotecnia E.S de Ingenieros Industriales de Sevilla, para la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de la Vivienda y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Su objetivo es verificar el cumplimiento de la Normativa HE1 de limitación de la demanda energética. El programa está diseñado para definir edificios de cualquier tamaño, siempre que se verifiquen las siguientes condiciones:

- el número de espacios no debe superar el límite de 100;
- el número de elementos (cerramientos del edificio, incluyendo los interiores y las ventanas) no debe superar el límite de 500;

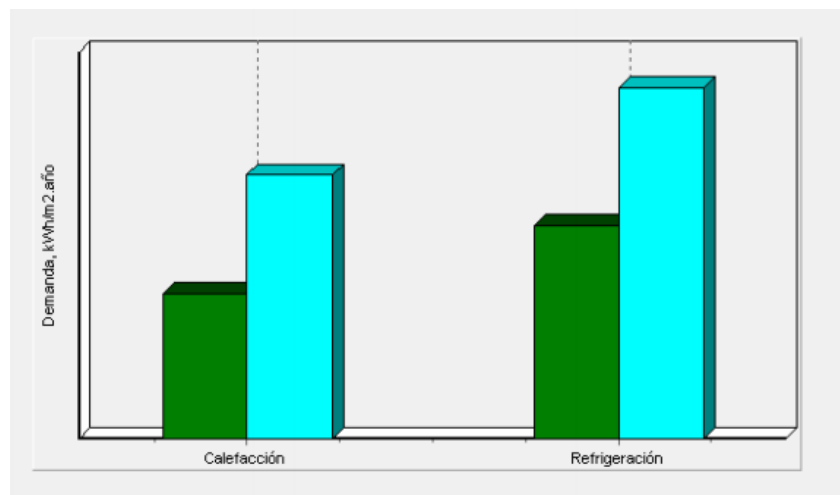
Cuanto a la Definición Geométrica de los edificios, el programa cuenta con las siguientes limitaciones:

- No pueden definirse elementos constructivos interiores, geométricamente singulares, que no sean verticales ni rectangulares, excepto los forjados o suelos horizontales

- No pueden definirse forjados o suelos inclinados
- No pueden definirse ventanas que no sean rectangulares
- En aquellos espacios cuya altura no sea constante, se suministrará una altura de la planta tal que al multiplicar el área de la base del espacio por la altura suministrada se obtenga el volumen equivalente del espacio. Los cerramientos de estos espacios deben definirse como elementos geoméricamente singulares para introducir correctamente sus dimensiones.
- Al unir espacios verticalmente, el volumen del espacio resultante no se calcula correctamente.

Después de completada la definición del edificio, puede iniciarse la verificación del documento DB-HE, donde se pone en marcha una secuencia de cálculos que dependen del tipo de edificio que se esté analizando. Para Edificios Nuevos o Ampliación de Edificios Existentes, en el caso de un edificio de viviendas, una vez concluido el cálculo se muestra una comparación entre los valores de demanda de calefacción y refrigeración determinadas, con los valores límite definidos en el documento DB-HE1. Se muestra un gráfico de barras tal como el de la Figura 9. Las barras azules corresponden a los valores límite. Las del edificio objeto son verdes cuando son inferiores a los límites o rojas si los superan.

Figura 9: Verificación del documento DB-HE para viviendas

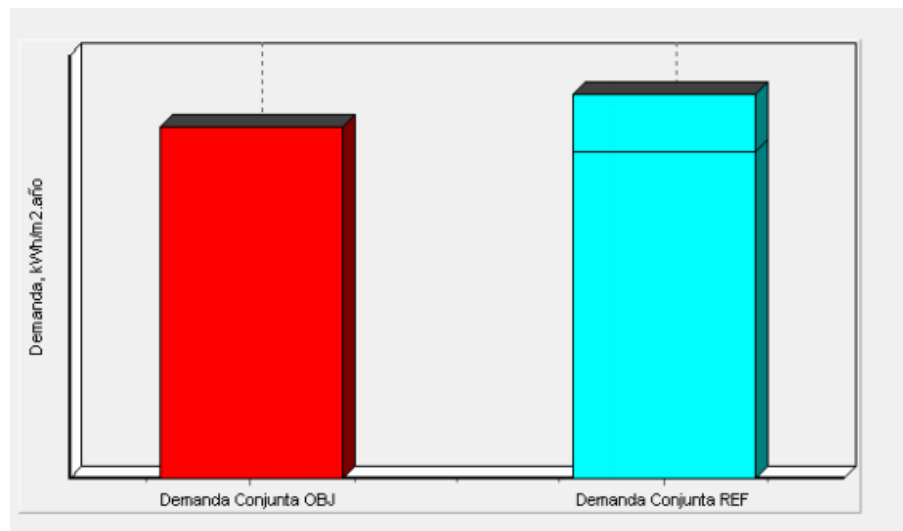


Fuente: IDAE, 2016

En el caso de un edificio terciario, se calcula la demanda del edificio objeto, Se genera el edificio de referencia, y se calcula la demanda del edificio de referencia. Finalizados los cálculos, se muestra el grafico de la Figura 10. Se muestran las demandas conjuntas de

calefacción y refrigeración, del edificio objeto y del edificio de referencia. Las del edificio de referencia se muestran de color azul, las del edificio objeto de color verde si son inferiores al valor límite, o rojo si son superiores. El valor límite se obtiene trayéndole a la demanda conjunta del edificio de referencia la reducción exigida por el DB-HE1.

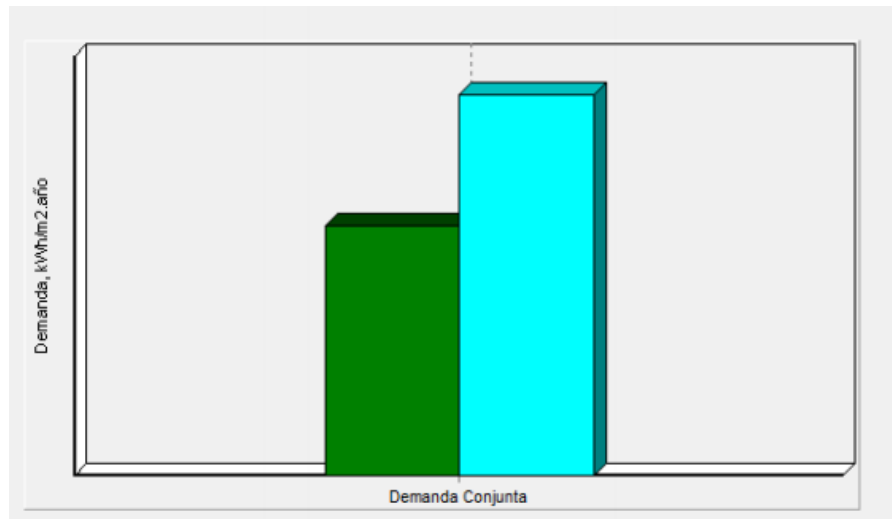
Figura 10: Verificación del documento DB-HE1 para edificios terciarios



Fuente: IDAE, 2016

Ya para Edificios Existentes en intervenciones importantes o cambio de uso característico, el programa calcula la demanda conjunta del edificio objeto, genera el edificio de referencia y calcula la demanda conjunta del edificio de referencia, comparándolas en un formulario como el que se muestra en la Figura 11. La barra azul corresponde a la demanda conjunta del edificio de referencia. La demanda conjunta del edificio objeto es verde cuando es inferior a la demanda de referencia o roja si la supera

Figura 11: Verificación del documento DB-HE1 para edificios existentes



Fuente: IDAE, 2016

Los resultados que aporta el programa LIDER permiten valorar la demanda energética global de calefacción y refrigeración en términos de kWh/m² año.

La definición de los sistemas de acondicionamiento y generación de ACS, y en el caso de los edificios terciarios los sistemas de iluminación, permite evaluar el consumo de energía final, a partir del cual se puede obtener el consumo de energía primaria no renovable y las emisiones de CO₂. La definición de los sistemas depende del tipo de edificio. Para las viviendas y los edificios terciarios pequeños y medianos se utiliza el programa CALENER-VYP, mientras que para los edificios terciarios grandes se utiliza el programa CALENER-GT. La herramienta unificada integra el programa CALENER-VYP, mientras que el CALENER-GT es un programa independiente.

4.1.1.2 CALENER-VYP

La aplicación CALENER-VYP está diseñada para la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios y sus instalaciones de climatización, agua caliente sanitaria (ACS) e iluminación (para edificios no residenciales), llevando a cabo todos los cálculos necesarios para su calificación energética, de acuerdo a la normativa vigente. El alcance de la aplicación se limita a los edificios de viviendas y a los edificios terciarios pequeños y medianos climatizados mediante los tipos de equipos incluidos en este programa.

El comportamiento de los equipos frente a las condiciones de contorno (temperaturas, caudales, fracción de carga) se rige por unas curvas de comportamiento que se deben conocer para los equipos que se precise simular. Para cada tipo de equipo se ha definido un formato de las distintas curvas de comportamiento y se han suministrado unos valores por defecto. La definición de los edificios es compatible con la requerida por el programa LIDER.

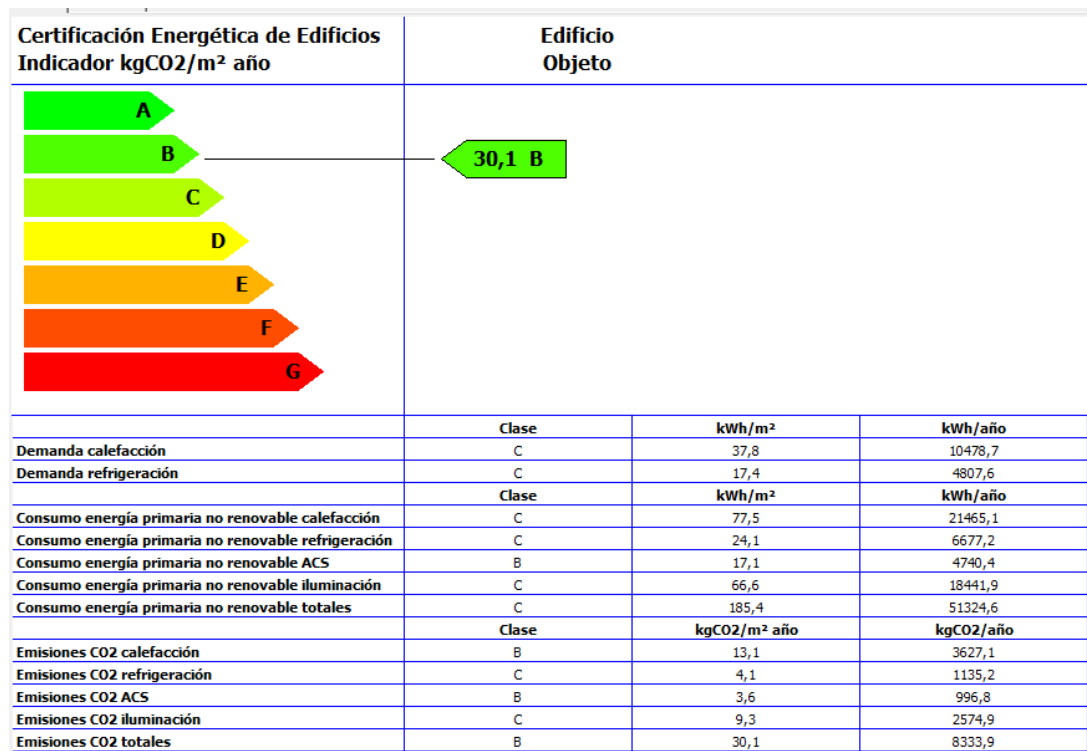
Los pasos a seguir para la calificación energética de un edificio de viviendas o uno terciario de tamaño pequeño o mediano, son los siguientes:

- Estudiar el sistema de acondicionamiento instalado en el edificio, decidiendo la combinación de elementos del programa (sistemas, equipos, unidades terminales, factores de corrección) que serán necesarios para modelarlo. Han de considerarse los sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria (ACS) y, en el caso de edificios terciarios, de iluminación..
- Recopilar la información relativa al dimensionado (potencias y rendimientos nominales, caudales, temperaturas de impulsión, rendimientos a carga parcial, etc.) requeridas por los elementos del programa.
- Cargar en el programa el archivo de definición geométrica y constructiva obtenido con LIDER y completar la definición del edificio, con el tipo de edificio y las características de los sistemas de iluminación, si es un edificio terciario.
- Definir la demanda de ACS.
- Definir los factores de corrección requeridos por los equipos utilizados en el sistema.
- Definir los equipos y/o unidades terminales requeridos.
- Definir los sistemas (incluyendo el de ACS), asociando los equipos y unidades terminales a los espacios acondicionados del edificio.
- Calcular la calificación.
- Obtener el informe emitido por el programa.

Los resultados se muestran tanto para el edificio objeto como para el edificio de referencia, las demandas de calefacción y refrigeración, los consumos de energía primaria y final para las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales, y las emisiones de CO₂ debidas a las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS y totales. Cuando tratase de edificios de uso no residencial, incluye los resultados del consumos de energía primaria y

final, ben como las emisiones de CO₂ para las instalaciones de iluminación. Una vez obtenidos los resultados es posible producir un informe en un archivo en formato pdf, que incluye la definición geométrica y constructiva del edificio (igual que la del programa LIDER), la definición del sistema del edificio objeto y la escala oficial, mostrando la calificación obtenida por el edificio. (IDAE, 2007). La Figura 12 presenta el modelo de certificación presentado por el programa.

Figura 12: Modelo de certificación presentado por el programa CALENER-VYP



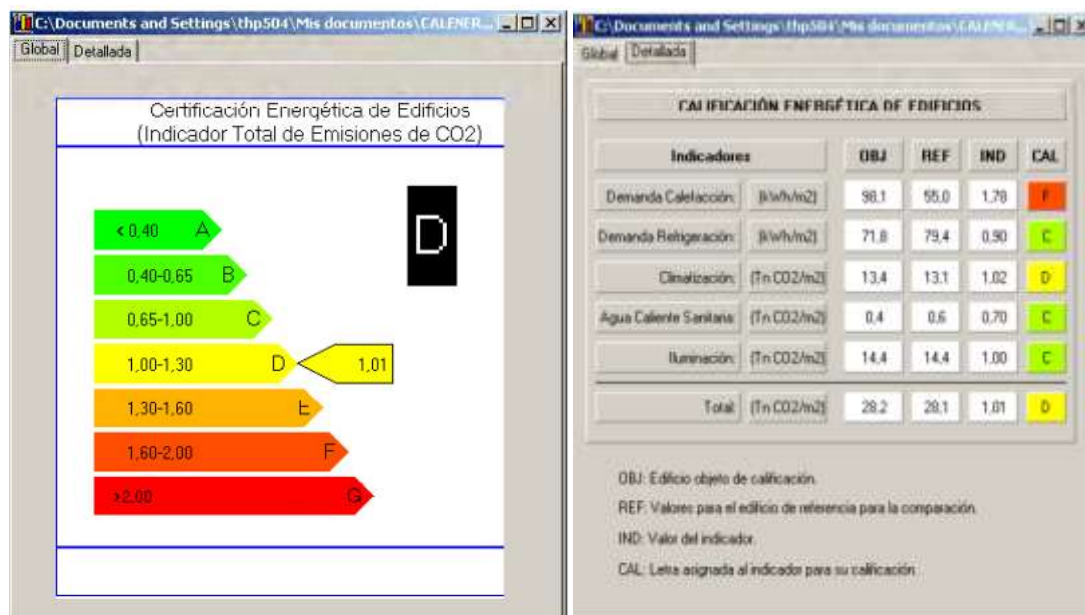
Fuente: IDAE, 2007

Para la calificación de eficiencia energética de grandes edificios del sector terciario, usase el CALENER- GT, o sea para situaciones en las que debido al tipo de sistema del edificio no es posible utilizar el CALENER-VYP.

Una vez se han introducido todos los datos del edificio puede pasarse a la fase de calificación del mismo. Para calificar el edificio se desencadena el proceso de simulación horaria del edificio (cálculo de cargas y sistemas) para la obtención de las emisiones de CO₂ asociadas al consumo energético del edificio objeto y posteriormente calcula las emisiones asociadas al edificio de referencia. Los resultados están organizados en distintos informes, mostrados, en base anual y/o mensual, conteniendo las emisiones de CO₂, la energía primaria

y la energía final procedente del consumo energético de los equipos primarios y subsistemas secundarios que constituyen las instalaciones de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación, como ejemplo de la Figura 13.

Figura 13: Modelo de certificación presentado por el programa CALENER-GT



Fuente: IDAE, 2009

Podrá utilizarse el procedimiento simplificado cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- que la porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie;
- que la porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

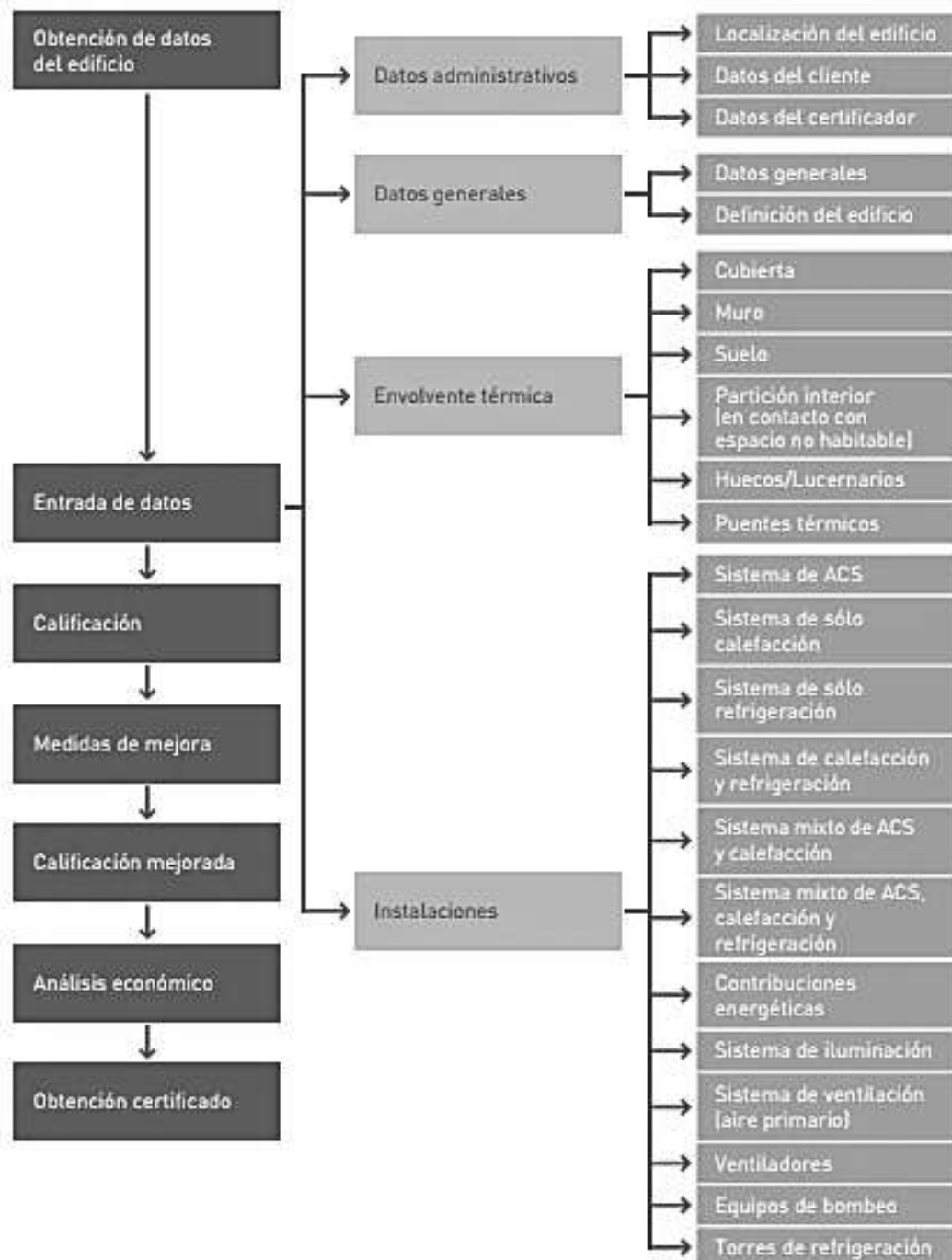
4.1.1.3 Procedimiento Simplificado

Dentro de los programas oficiales de procedimiento simplificado para edificios existentes podemos utilizar el CE³X o bien el CE3 tanto para Viviendas cuanto para edificios de otros usos. El programa CE3 es la alternativa a CE³X para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes, aunque menos utilizado.

El programa CE³X se fundamenta en la comparación del edificio objeto de la certificación y una base de datos que ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas. Cuando el usuario introduce los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos. El Procedimiento simplificado de certificación energética

CE³X comienza con la recogida de datos que definen el comportamiento térmico del edificio existente y la eficiencia de sus instalaciones. El Procedimiento CE³X establece diferentes niveles de introducción de datos, en función del grado de conocimiento de las características térmicas del edificio y de sus instalaciones: Valores por defecto, valores estimados y valores conocidos (ensayados/justificados). Los datos de entrada del programa son divididos en: datos administrativos y generales, envolvente térmica y instalaciones. El mismo no exige el dibujo geométrico del edificio como en la herramienta HULC. Después de la entrada de los datos ya es posible realizar la calificación, seguida de medidas de mejora y nuevamente el edificio es calificado con las mejoras. En seguida es realizada la analice económica para finalmente obtener el certificado de Eficiencia Energética. En la Figura 14 puede se verificar la estructura del programa.

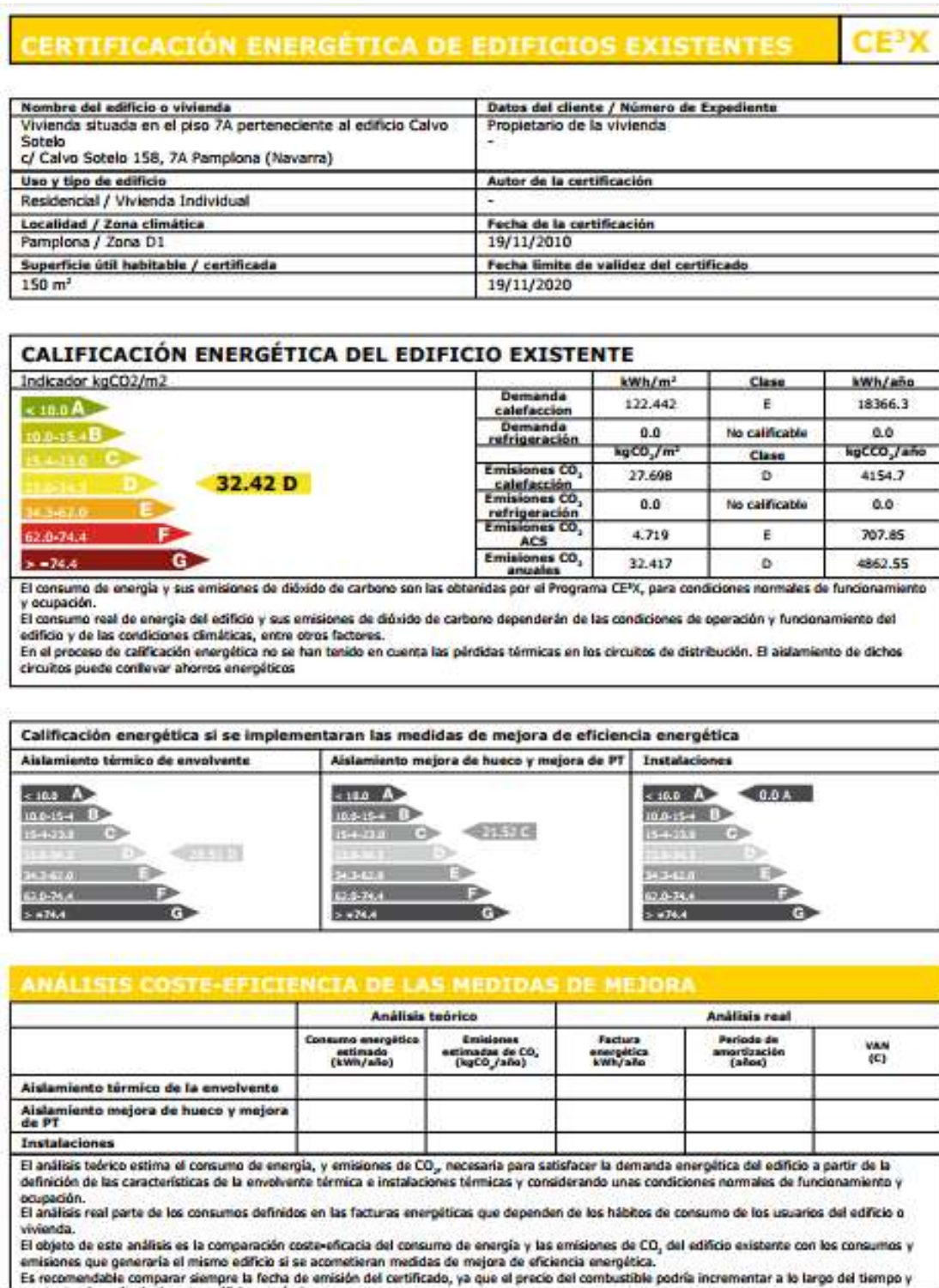
Figura 14: Estructura del procedimiento de certificación CE³X



Fuente: IDAE, 2012

El certificado emitido por el programa sigue el padrón de la Figura 15.

Figura 15: certificado emitido por el programa CE³X



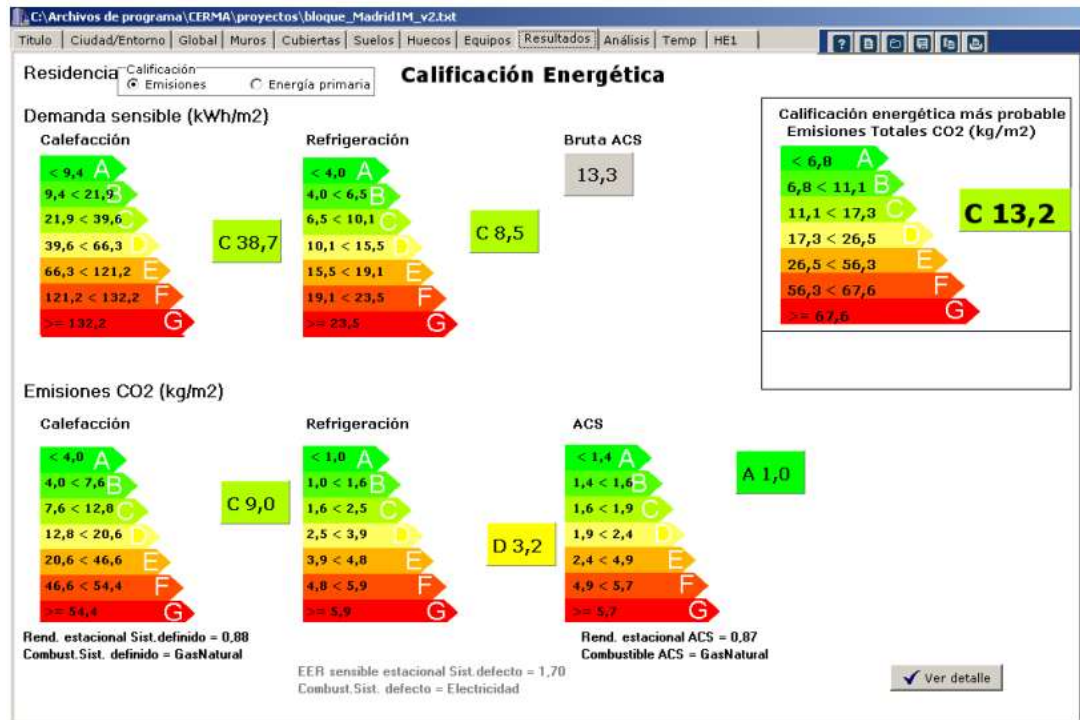
Fuente: IDAE, 2012

Otra herramienta simplificada es el CERMA, un programa informático desarrollado por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) y la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) y reconocido por el Ministerio de Energía, con el que se puede obtener la calificación energética simplificado de edificios existentes y de nueva construcción exclusivamente del sector residencial. El programa básicamente sigue la siguiente estructura:

- Informaciones generales (localización, entorno, datos globales del edificio)
- Estructura del edificio (muros, cubiertas, suelos, huecos)
- Equipos (sólo se definen los equipos, no las unidades terminales)
- Resultados
- Análisis
- Certificación

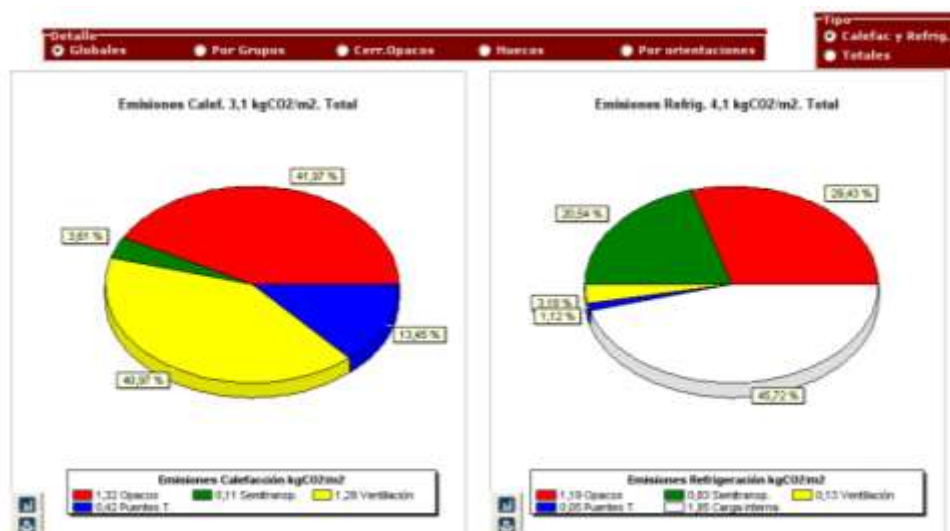
Los resultados más destacados son: detalle de la estimación de la calificación global y de las calificaciones asignadas a calefacción, refrigeración y ACS; demanda mensual y anual de energía de calefacción, refrigeración y ACS; consumo de energía (energía final) mensual y anual de calefacción, refrigeración y ACS; emisiones de CO₂ mensual y anual de calefacción, refrigeración y ACS. En la Figura 16 es posible visualizar la presentación de los resultados del programa.

Figura 16: Detalle de la estimación de la calificación - CERMA



El CERMA ofrece una herramienta llamada “analise” a cual fornece de forma detallada las emisiones de CO₂ asociadas a elementos constructivos, ventilación, puentes térmicos y otras cargas, se puede analizar las repercusiones de cambios en dichos elementos, detectar cuáles son más sensibles a mejorar debido a su influencia sobre el conjunto y tomar decisiones de mejora que incidan directamente en la reducción de las emisiones de CO₂. La figura 17 presenta el detalle de emisiones globales para calefacción y refrigeración.

Figura 17: Detalle de emisiones globales - CERMA



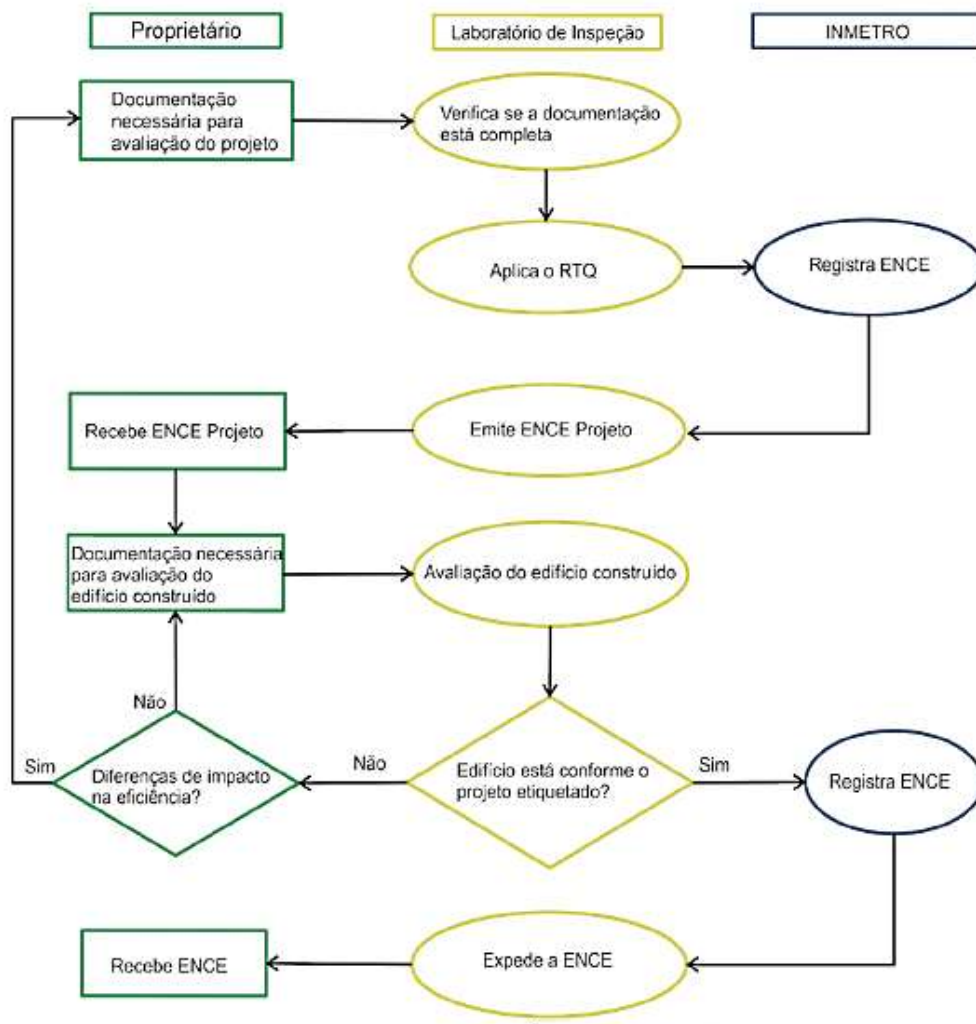
Por otra parte, el programa propone, de una manera sencilla, diferentes situaciones de mejora (estándar), con una previsión del comportamiento del edificio/sistema ante esas diferentes mejoras referidas al edificio (aislamientos, vidrios, etc) y a los sistemas (cambio de sistema, mejor prestaciones de los mismos en base a su rendimiento medio estacional etc). Esto permite analizar la repercusión de estas mejoras estándar en la producción de emisiones de CO₂.

4.2 Brasil

El Programa Brasileño de etiquetado de edificaciones busca clasificar el nivel de eficiencia energética de las edificaciones comerciales, servicios y públicas, así como edificaciones residenciales, clasificadas a partir del concepto "A" (más eficiente) al "E" (menos eficiente). Para ello, se elaboraron los reglamentos de clasificación que pueden ser realizadas por medio del método prescriptivo o de simulación computacional. El Reglamento Técnico de Calidad para el Nivel de Eficiencia Energética de Edificios Comerciales, de Servicios y Públicos (RTQ-C) reúne el conjunto de procedimientos necesarios para la obtención de la Etiqueta Nacional de Conservación de Energía (ENCE) del Programa Brasileño de etiquetado para Edificaciones (PBE Edifica).

La etiqueta del PBE Edifica se emite por un Organismo de Inspección Acreditado (OIA), que es una empresa pública o privada autorizada y reconocida por el INMETRO. Para obtener la etiqueta PBE Edifica, el interesado hay que entrar en contacto con un OIA, que hará el análisis de toda la documentación requerida y clasificará los proyectos o edificaciones de acuerdo con la RTQ, después hará el registro de ENCE en el INMETRO o cual autoriza la emisión de la ENCE por la OIA. La Figura 18, presenta el proceso a ser realizado para la adquisición de la ENCE.

Figura 18: Proceso para la adquisición de la ENCE



Fuente: ALTOÉ, 2012

Para la evaluación de la eficiencia energética se puede utilizar el método prescriptivo o el de simulación. El prescriptivo es un método simplificado, que evalúa las edificaciones por medio de ecuaciones y tablas. Observa los requisitos y los parámetros estipulados por el RTQ-C o RTQ-R (Reglamento de edificios residenciales). El método de simulación compara los parámetros de la edificación propuesta (nueva o retrofit) con un modelo de referencia en eficiencia energética. Esta simulación evalúa el consumo de energía anual en función de las variaciones climáticas y de los hábitos de uso (MMA, 2015).

4.2.1 Método Prescriptivo

Las siguientes informaciones fueran obtenidas a través del manual para aplicación de la RTQ-C de 2017. La RTQ-C proporciona una clasificación de edificios a través de la determinación de la eficiencia de tres sistemas:

- Envolvente;
- Iluminación;
- Acondicionamiento de aire.

Para la determinación de la clasificación de la envolvente del edificio se deberán cumplir los siguientes requisitos previos específicos:

- Transmitancia térmica de la cobertura y de las paredes externas de acuerdo con su Zona Bioclimática;
- Colores y absorbancia de superficies
- Iluminación zenital

Estos parámetros componen la "piel" de la edificación y son complementados por los datos dimensionales de la edificación (áreas, volúmenes) y las características de las aberturas (Ángulos vertical y Horizontal de Sombreado; Factor Solar; Porcentaje de Área de Apertura en la Fachada total y en la fachada oeste).

Para la clasificación final del sistema de iluminación, se debe observar la atención de los siguientes prerequisites exigidos:

- División de los circuitos:

Cada ambiente cerrado por paredes o tabiques hasta el techo debe poseer al menos un dispositivo de control manual para el accionamiento independiente de la iluminación interna del ambiente.

- Contribución de la luz natural

Ambientes con apertura (s) orientada hacia el ambiente externo o para el atrio no cubierto o de cubierta translúcida y que contengan más de una fila de luminarias paralelas a la (s) apertura (s) deben tener un control instalado, manual o automático, para el accionamiento independiente de la fila de luminarias más próxima a la apertura, de forma propiciar el aprovechamiento de la luz natural disponible.

- Apagado automático del sistema de iluminación

El sistema de iluminación interna de ambientes mayores que 250 m² deberá poseer un dispositivo de control automático para el apagado de la iluminación.

La evaluación del sistema de iluminación debe realizarse mediante el método del área del edificio, o el método de las actividades del edificio. El método del área del edificio evalúa de forma conjunta todos los ambientes del edificio y asigna un único valor límite para la evaluación del sistema de iluminación. Este método debe ser utilizado para edificios con hasta tres actividades principales, o para actividades que ocupan más del 30% del área del edificio. El método de las actividades del edificio evalúa separadamente los ambientes del edificio y debe utilizarse para los edificios en los que el método anterior no sea aplicable. El cálculo se hace según las actividades realizadas y por medio de los límites de densidad de potencia en iluminación de cada lugar.

La determinación del nivel de eficiencia de un sistema de acondicionamiento de aire depende del nivel de eficiencia del equipo y del cumplimiento de requisitos previos específicos, que se evalúan en cada ambiente por separado. En esta sección los requisitos previos específicos se aplican sólo para nivel A, o sea, en caso los requisitos previos no se cumplen, el nivel de eficiencia del sistema de aire acondicionado no podrá obtener la ENCE de nivel A. Los pre requisitos dicen respecto a el Aislamiento térmico para conductos de aire donde una tabla presentan los espesores mínimos para el aislamiento de tuberías para sistemas de calefacción y refrigeración de acuerdo con la temperatura del fluido. Otro pre requisito es el Acondicionamiento de aire por calentamiento artificial, Las edificaciones donde es necesario adoptar un sistema de calefacción artificial deben cumplir los indicadores mínimos de eficiencia energética que se indican a continuación:

- sistemas con bombas de calor, independientemente de su capacidad, deberán presentar un COP para calefacción mayor o igual a 3,0 W/W a través del método definido en la norma AHRI 340/360;
- los sistemas unitarios de acondicionamiento de aire con ciclo reverso deben presentar un COP para calefacción mayor o igual a 3,0 W/W a través del método definido en la norma AHRI 340/360;
- las calderas de gas deben cumplir los requisitos mínimos de capacidad de 22,98 kW y eficiencia mínima de 80%.

Si la carga térmica del pico de la edificación sea superior a 350 kW, la edificación deberá contar con un sistema de aire acondicionado central, a menos que se haya comprobado que los sistemas individuales presentan menor consumo. La clasificación de la eficiencia del

sistema de acondicionamiento de aire se puede dividir en dos clases diferentes. Una clase está relacionada con los sistemas individuales y split, ya clasificados por el INMETRO y otra clase que trata la eficiencia de sistemas de acondicionamiento de aire como los centrales, que no son clasificados por el INMETRO.

Además de los requisitos descritos cuanto a envolvente, iluminación y acondicionamiento de aire, para que el edificio sea elegible para el etiquetado, debe cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Posee circuito eléctrico separado por uso final: iluminación, sistema de acondicionamiento de aire, y otros; o poseer instalado equipo que posibilite medición por uso final. Caso el edificio no cumpla con este requisito, no podrá encuadrarse en la clase A y B.
- Edificaciones con alta demanda de agua caliente en los que la parcela de agua caliente representa un porcentaje igual o mayor al 10% del consumo de energía, deben presentar una estimación de la demanda de agua caliente. Para alcanzar el nivel A se debe comprobar que el 100% de la demanda de agua caliente es atendida por uno o varios de los siguientes sistemas: Sistema de calefacción solar, calentadores de gas de tipo instantáneo, sistemas de calefacción de agua por bombas de calor y calderas de gas. Para el nivel B, esa porcentaje cae para 70%. Edificios con sistema de calefacción solar y de gas que atiendan menos del 70% demanda de agua y sean complementados por sistemas eléctricos; y edificios que tengan sólo el calentamiento eléctrico del agua alcanzará al máximo nivel C, siempre que los Calentadores eléctricos de paso, duchas eléctricas y grifos eléctricos poseen eficiencia energética superior al 95%, tienen potencia menor o igual a 4.600W y son participantes del Programa Brasileño de Etiquetado - PBE / INMETRO.

Las clasificaciones parciales permiten etiquetado parcial de los sistemas (envolvente, iluminación y acondicionamiento de aire), que pueden referirse al edificio o a parcelas del mismo. Las etiquetas parciales se refieren a la eficiencia de los sistemas por separado, mientras que la etiqueta general es definida por una ecuación que contiene pesos para equilibrar la relación entre los sistemas.

Los tres elementos, más bonificaciones, se reúnen en una ecuación general de clasificación del nivel de eficiencia de la edificación. Este nivel estará condicionado a la atención de los requisitos generales y específicos. La clasificación general puede obtenerse

después de la evaluación de los tres sistemas parciales siendo que los mismos reciben pesos, distribuidos de la siguiente forma:

- Envolverte = 30%
- Sistema de Iluminación = 30%
- Sistema de Acondicionamiento de Aire = 40%

La evaluación de cada sistema individual utiliza equivalentes numéricos, un número de los puntos correspondientes a determinada eficiencia, asignados de acuerdo con la Tabla 2:

Tabla 2: Equivalente numérico para cada nivel de eficiencia (EqNum)

A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fuente: RTQ-C

Por lo tanto, la clasificación general del edificio se calcula de acuerdo con la distribución de los pesos a través de la siguiente ecuación:

$$PT = 0,30 \left\{ \left(EqNumEnv \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 0,5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + 0,30 (EqNumDPI) + 0,40 \left\{ \left(EqNumCA \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 0,5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + b \frac{1}{0}$$

Dónde:

EqNumEnv: equivalente numérico de la envolvente;

EqNumDPI: equivalente numérico del sistema de iluminación, identificado por la sigla DPI, de Densidad de Potencia de Iluminación;

EqNumCA: equivalente numérico del sistema de acondicionamiento de aire;

EqNumV: equivalente numérico de ambientes no condicionados y / o ventilados naturalmente

APT: área útil de los ambientes de permanencia transitoria, siempre que no condicionados;

ANC: área útil de los ambientes no condicionados de permanencia prolongada

AC: área útil de los ambientes condicionados;

AU: área útil;

b: puntuación obtenida por las bonificaciones, que varía de cero a uno.

Las iniciativas que incrementen la eficiencia de la edificación, llamadas bonificaciones, pueden recibir hasta un punto general. Para ello, estas iniciativas deben justificarse y la economía generada debe comprobarse. Estas pueden ser:

- sistemas y equipos que racionalicen el uso del agua, tales como grifos ventiladores y/o temporizadores, sanitarios con sensores, aprovechamiento de agua pluvial y de otras fuentes alternativas de agua, deben proporcionar una economía mínimo del 40% en el consumo anual de agua del edificio, considerando prácticas corrientes de dimensionamiento;
- sistemas o fuentes de energía renovables:
 - las edificaciones en las que la parcela de agua caliente representa un porcentaje igual o mayor al 10% del consumo de energía y que utilicen calefacción solar de agua deben probar atención con fracción solar igual o superior al 70%;
 - la energía eólica o los paneles fotovoltaicos deben proporcionar una economía mínimo del 10% en el consumo anual de energía eléctrica del edificio;
- sistemas de cogeneración e innovaciones técnicas o de sistemas, como la iluminación natural, que comprobadamente aumenten la eficiencia energética de la edificación, proporcionando un ahorro mínimo del 30% del consumo anual de energía eléctrica.
- edificios con ascensores que alcancen el nivel A por la evaluación de la norma VDI 4707 recibirán 0,5 puntos. Si hay más de un ascensor en el edificio, todos deben obtener la clasificación A para recibir esta bonificación.

El número de puntos obtenidos en la ecuación definirá la clasificación general de acuerdo con la Tabla 3. Las clasificaciones finales y parciales son presentadas en la ENCE - Etiqueta Nacional de Conservación de Energía.

Tabla 3: Clasificación general

CLASSIFICAÇÃO FINAL	PT
A	$\geq 4,5$ a 5
B	$\geq 3,5$ a $< 4,5$
C	$\geq 2,5$ a $< 3,5$
D	$\geq 1,5$ a $< 2,5$
E	$< 1,5$

La Figura 19 presenta el modelo de la Etiqueta energética en Brasil.

Figura 19: Modelo del Certificado Energético



4.2.2 Método de Simulación

El proceso de certificación realizado a través de la simulación no descarta el método prescriptivo. Se utiliza para comprobar que, en casos específicos, la utilización de parámetros diferentes que los determinados en el RTQ-C generan una mayor economía de energía, garantizando el confort del medio ambiente (Manual RTQ-C, 2017). Para la evaluación de la edificación utilizando la simulación, se deben atender a los requisitos previos establecidos en cuanto al programa utilizado y en cuanto al archivo climático utilizado en la simulación. Estas exigencias tienen la intención de garantizar la obtención de resultados coherentes, en lo que se refiere al programa y archivo climático utilizados.

El programa computacional de simulación debe poseer, como mínimo, las siguientes características:

- ser un programa para el análisis del consumo de energía en edificios;
- ser validado por la ASHRAE Standard 140;
- modelar 8760 horas al año;
- modelar variaciones horarias de ocupación, potencia de iluminación y equipamientos y sistemas de aire acondicionado, definidos por separado para cada día de la semana y vacaciones;
- modelar efectos de inercia térmica;
- permitir el modelado de varias zonas térmicas;
- debe ser capaz de simular las estrategias bioclimáticas adoptadas en el proyecto;
- si el edificio propuesto utiliza un sistema de acondicionamiento de aire, el programa debe permitir modelar todos los sistemas de acondicionamiento de aire enumerados en el Apéndice G de la ASHRAE 90.1;
- determinar la capacidad solicitada por el sistema de acondicionamiento del aire;
- producir informes horarios del uso final de la energía.

Ya los archivos climáticos utilizados deben poseer, como mínimo, las siguientes características:

- proporcionar valores horarios para todos los parámetros pertinentes requeridos por el programa de simulación, tales como temperatura y humedad, dirección y velocidad del viento y la radiación solar;

- los datos climáticos deben ser representativos de la Zona Bioclimática donde el proyecto propuesto será alquilado y, si la ubicación del proyecto no tiene archivo climático, se deben utilizar datos climáticos de una región cercana que posea características climáticas similares;
- se deben utilizar archivos climáticos y formatos publicados en www.eere.energy.gov (TRY, TMY, SWEC, CTZ2). En caso contrario el archivo debe ser aprobado por el laboratorio de referencia.

El método de simulación compara el rendimiento del edificio propuesto (real) con un edificio similar (de referencia), cuyas características deben estar de acuerdo con el nivel de eficiencia pretendida. Por lo tanto, dos modelos deben ser construidos: el modelo representando el edificio real (de acuerdo con el proyecto propuesto) y el modelo de referencia (según el nivel de eficiencia previsto). A través de la simulación, se compara el consumo del proyecto propuesto (real) con el consumo del proyecto de referencia. Se debe demostrar que el consumo de energía del proyecto propuesto debe ser igual o menor que el consumo del edificio de referencia.

Para las clasificaciones dirigidas a las etiquetas parciales, el modelo real debe contener lo siguiente:

- Etiqueta Parcial de la Envolvente: simular con los sistemas de iluminación especificado para el modelo del edificio de referencia, de acuerdo con el nivel de eficiencia pretendida, con el sistema de acondicionamiento de aire atendiendo a las especificaciones de la norma, cuando sea el caso, y con el COP como del modelo de referencia, de acuerdo con el nivel de eficiencia previsto
- Etiquetas Parciales de la Involucramiento y del Sistema de Iluminación: simular con el sistema de acondicionamiento de aire especificado atendiendo a la norma, cuando sea el caso, y con el COP como del modelo de referencia, de acuerdo con el nivel de eficiencia previsto;
- Etiquetas parciales de la envolvente y del sistema de acondicionamiento de aire: simular con el sistema de iluminación especificado para el modelo del edificio de acuerdo con el nivel de eficiencia previsto.

5 Ejemplos De Certificación

A seguir será presentado el Procedimiento para Certificación Energética de un edificio objeto en Brasil y en España.

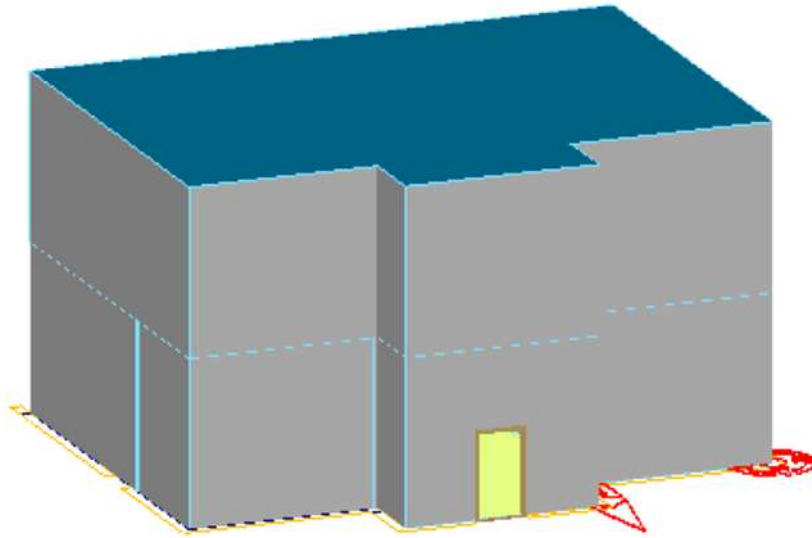
5.1 Edificio objeto

El edificio a ser analizado posee dos plantas. La planta 1 está constituida de los siguientes espacios: despacho, oficina, tienda, comedor, vestuario y servicios. La planta 2 tiene apenas un amplio salón de actos. La altura de ambas plantas es de 4 m y el área total es de 276,87 m². La planta baja del edificio está dispuesta en la Figura 20 y luego abajo, en la Figura 21, se puede observar el edificio objeto en una vista tridimensional.

Figura 20: Planta baja del edificio objeto



Figura 21: Vista tridimensional del edificio objeto



El perfil de uso de cada espacio está definido en la Tabla 4.

Tabla 4: Perfil de utilización de los espacios

ESPACIO	PERFIL DE USO	INTENSIDAD
Despacho	No residencial 12h	Media
Vestuarios y Servicios	No residencial 12h	Baja
Comedor	No residencial 12h	Baja
Tienda	No residencial 12h	Media
Servicios	No residencial 8h	Baja
Oficina	No residencial 12h	Media
Salon de Actos	No residencial 8h	Baja

Las cargas térmicas total de refrigeración y calefacción de cada espacio, la carga sensible de refrigeración y el caudal de ventilación siguen en la Tabla 5.

Tabla 5: Cargas y Caudales determinados para cada espacio

Espacio	Carga Total de Refrigeración (kW)	Carga Sensible de Refrigeración (kW)	Carga Total de Calefacción (kW)	Caudal de Ventilación (m³/h)
Despacho	1,02	0,86	1,39	35
Vestuarios y Servicios	1,19	0,99	1,48	49
Comedor	1,15	1,07	1,53	24
Tienda	0,76	0,69	1,11	20

Servicios	0,65	0,55	0,95	25
Oficina	4,33	3,64	5,5	180
Salón de Actos	9,81	8,43	11,34	365
TOTAL	18,94	10,10	23,34	13,13

Para la producción de frío y calor, se considera un sistema de climatización multizonas con unidades autónomas en cada espacio usando una bomba de calor reversible. El sistema de ACS está compuesto por una caldera convencional de 69 kW con rendimiento de 0.89 a cuál utiliza como combustible gas natural. La demanda de ACS del edificio es de 594 L/día.

5.2 Certificación en España

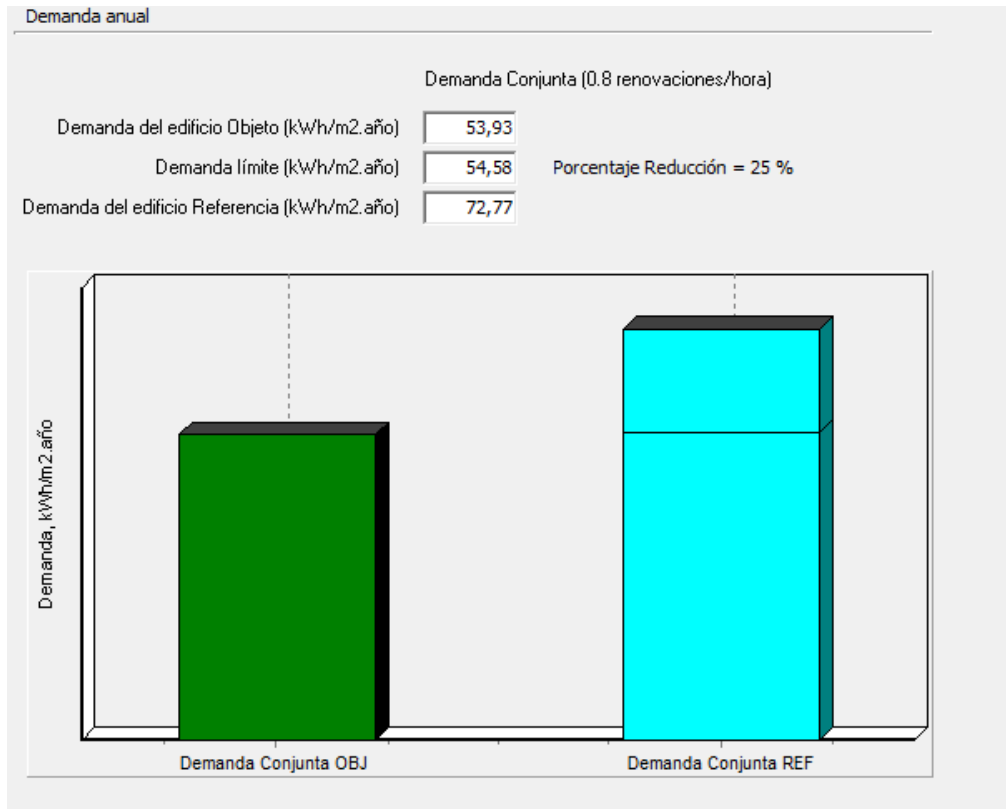
Para realizar la Certificación Energética del Edificio, fue considerada la ubicación en Jaén utilizando la Herramienta Unificada Lider Calener - HULC.

5.2.1 Herramienta LIDER

Inicialmente se ha certificado que el edificio en estudio cumple con la normativa HE1 de limitación de la demanda energética, para eso se utilizó el programa LIDER. A cada elemento de la planta fue asignado el perfil de utilización respectivo, fueran definidas las características de los elementos constructivos, la orientación del edificio, los puentes térmicos y la definición geométrica, para que fuese posible la realización del cálculo de la demanda del edificio. El tipo de edificio se encuadra en “Edificio Terciario Pequeño o Mediano”.

La Figura 22 presenta el resultado de la herramienta cuanto a la demanda anual de calefacción y refrigeración del edificio. La demanda anual del edificio objeto es de 53,93 kWh/m².año, no ultrapasando la demanda limite. O sea, el edificio cumple con los requisitos de la Norma.

Figura 22: Resultado de la demanda anual del edificio objeto



5.2.2 Aplicación CALENER-VYP

Después de la comprobación del cumplimiento con la legislación, fue utilizado el programa CALENER-VYP para la certificación energética del edificio. En el programa CALENER-VYP fue añadido los sistemas de Agua Caliente Sanitaria – ACS y Climatización.

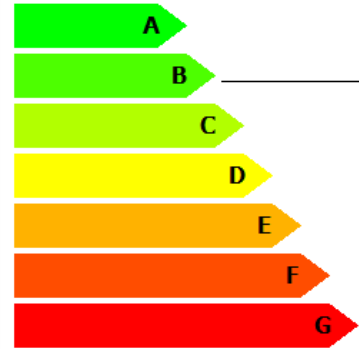
Para la producción de frío y calor, se considera un sistema de climatización matizonas con unidades autónomas en cada espacio usando una bomba de calor reversible. Para eso, son necesarias las cargas térmicas de cada espacio así como el caudal de ventilación (Tabla 5). La demanda de ACS del edificio es de 594 L/día, para atender esa demanda el sistema está compuesto por una caldera convencional de 69 kW con rendimiento de 0.89 a cuál utiliza como combustible gas natural.

5.2.3 Clasificación final del Edificio

Así que fueran definidos todos los parámetros en la sección del CALENER, se ha calculado la calificación energética del edificio. El resultado informa sobre las contribuciones al nivel de emisiones de CO₂ de los componentes de la epidermis y de los diversos sistemas.

Como se puede ver en la Figura 23, el edificio está clasificado en la Clase B de certificación energética. La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo. El programa nos informa la letra obtenida junto con el valor de kgCO₂/m² que le corresponde en relación a la escala de letras definidas en función de la zona climática y uso. También informa la demanda de calefacción y refrigeración que tiene el edificio en kWh/m² a lo largo del año. Por último, nos muestra las emisiones del edificio debidas a esa demanda de calefacción y refrigeración en kgCO₂/m².

Figura 23: Resultado de la Certificación Energética del Edificio

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ² año	Edificio Objeto		
	30,1 B		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	C	37,8	10478,7
Demanda refrigeración	C	17,4	4807,6
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	C	77,5	21465,1
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	C	24,1	6677,2
Consumo energía primaria no renovable ACS	B	17,1	4740,4
Consumo energía primaria no renovable iluminación	C	66,6	18441,9
Consumo energía primaria no renovable totales	C	185,4	51324,6
	Clase	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	B	13,1	3627,1
Emisiones CO ₂ refrigeración	C	4,1	1135,2
Emisiones CO ₂ ACS	B	3,6	996,8
Emisiones CO ₂ iluminación	C	9,3	2574,9
Emisiones CO ₂ totales	B	30,1	8333,9

El programa también fornece un archivo completo de la Certificación del edificio, o cual está disponible en el Anexo 1. Este, presenta informaciones generales del edificio, datos técnicos del certificador y la calificación energética obtenida en parámetros de consumo de energía primaria no renovable y emisiones de CO₂. Además está compuesto por 4 anexos:

- *Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.*
- *Anexo II. Calificación energética del edificio.*
- *Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
- *Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

5.3 Certificación en Brasil

En este ejemplo se aplicara el método prescriptivo en el edificio objeto, ubicado en Caxias do Sul, zona bioclimática 1. Llevando en consideración el Reglamento Técnico de Calidad para el Nivel de Eficiencia Energética de Edificios Comerciales, de Servicios y Públicos - RTQ-C.

Para la aplicación del método prescriptivo fue utilizado el programa “*Webprescritivo*”, que es un servicio web de evaluación de ENCE para edificios comerciales, públicos y de servicios. En él, el usuario proporciona los parámetros de diseño y obtiene la etiqueta parcial para envolvente, iluminación, acondicionamiento de aire y también la etiqueta general de la edificación (PBEEdifica, 2017).

Cuanto a los pre requisitos generales, considerase que el edificio objeto posee un circuito eléctrico separado por uso final. Por ser un edificio comercial, y no necesita altas demandas de agua caliente como gimnasios, clubes, hospitales y restaurantes, ese requisito es clasificado como no aplicable, lo que lo hace como atendido. Así, la edificación podría clasificarse como nivel A.

5.3.1 Clasificación de la envolvente

Para la determinación de la clasificación de la envolvente del edificio, fueran utilizados los datos constructivos del edificio objeto. En la Figura 24, están dispuestos los valores de transmitancia de la cobertura y las paredes externas utilizados para el cálculo. En la Figura 25 están disponibles los datos de dimensionamiento y las características de los huecos de la edificación.

Figura 24: Valores de transmitancia de la cobertura y las paredes externas

Envoltória

Localização

☒ Zona Bioclimática ZB 1 ☐ Cidade Água Branca AL ?

☒ Pré-requisitos

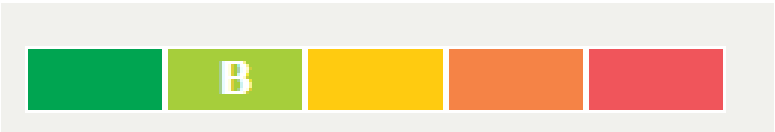
U_{COB-AC}	0.51	W/(m ² K) ?	α_{COB}	0	% ?
$U_{COB-ANC}$	0	W/(m ² K) ?	CT_{PAR}	0	kJ/(m ² K) ?
U_{PAR}	0.4	W/(m ² K) ?	α_{PAR}	0	% ?
PAZ	0	% ?	FS	0	? ?

Figura 25: Datos de dimensionamiento y huecos de la edificación

Dados Dimensionais da Edificação	Características das Aberturas
A_{TOT} 276.87 m ² ? FA: 0.52 ?	FS 0.06 ?
A_{PCOB} 144.89 m ² ?	PAF_T 11.42 % ?
A_{PE} 144.89 m ² ?	PAF_O 0 % ?
V_{TOT} 1107.48 m ³ ? FF: 0.37 ?	AVS 0 ° ?
A_{ENV} 407.5 m ² ?	AHS 0 ° ?

El programa permite la clasificación parcial del edificio, así la envolvente de la edificación analizada posee Nivel B de clasificación, de acuerdo con la Figura 26.

Figura 26: Clasificación parcial de la envolvente



El cálculo del edificio ejemplo obtuvo el nivel B para envolvente. Pero es necesario que se cumplan todos los requisitos previos para mantener esta clasificación. La Tabla 6,

presenta la comparación de los pre requisitos para Nivel B y los resultados del edificio objeto, para la zona bioclimática 1.

Tabla 6: Pre requisitos para Nivel B

DATOS	NIVEL B	EDIFICIO EJEMPLO
Transmitancia de la pared	$\leq 2,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$0,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia de la cubierta acondicionado	$\leq 1,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$0,51 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia de la cubierta No acondicionado	$\leq 1,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Después del análisis de todos los pre requisitos, se concluyó que la envolvente permanecerá con la clasificación "B" pues cumple con los requisitos.

5.3.2 Clasificación de la Iluminación

El edificio no se encuadra en el método de las áreas, pues éste se aplica solamente cuando el edificio es evaluado como un todo y posee menos de 3 actividades. Por lo tanto, se utilizará en este ejemplo el método de las actividades. En la Figura 27, están dispuestos los datos utilizados para la clasificación de la iluminación del edificio.

Figura 27: Datos de la iluminación

Iluminação									
Pre-requisitos por ambientes									
	Divisão de circuitos	Contribuição da luz natural	Desligamento automático	Atividade	Uso	Área [m²]	Potência [W]	Limite do ambiente	
1	Atende	Não se aplica	Atende	Escritório	Escritório	13,73	201	K	RCR
2	Atende	Não se aplica	Atende	Vestibulo	Vestibulo	19,5	202	K	RCR
3	Atende	Não se aplica	Atende	Refeitório	Refeitório	9,37	148	K	RCR
4	Atende	Não se aplica	Atende	Comércio	Área de vendas	7,95	100	K	RCR
5	Atende	Não se aplica	Atende	Banheiros	Banheiros	9,92	100	K	RCR
6	Atende	Não se aplica	Atende	Escritório	Escritório	71,5	938	K	RCR
7	Atende	Não se aplica	Atende	Auditorios e Anfiteatros	Auditorio	144,69	797	K	RCR

Para la clasificación final de la iluminación devese observar los pre requisitos exigidos pela RTQ-C dispuestos en la Tabla 7.

Tabla 7: Pre requisitos específicos para iluminación

Nivel	Division de circuitos	Contribución de la luz natural	Desligamiento automático
A	X	X	X
B	X	X	X
C	X	X	X
D	X	X	X
E	X	X	X

Cuanto a la división de Circuitos, este pre-requisito se refiere a los controles de accionamiento de la iluminación para ambientes distintos. Todos los ambientes tienen estos controles y se encuentran de forma visible y accesible. Por lo tanto, todos los ambientes evaluados cumplen este requisito. El pre requisito de contribución de la luz natural no se aplica, pues no existen aberturas en los ambientes. El Apagado Automático de los ambientes tampoco se aplica a ninguno de los ambientes evaluados, ya que ninguno de ellos tiene más de 250 m². Por lo tanto, se considera como atendido.

Por lo tanto, la Iluminación recibe la Clasificación de Nivel B por el programa, de acuerdo con la Figura 28.

Figura 28: Clasificación parcial de la iluminación



5.3.3 Clasificación del sistema de Acondicionamiento de aire

Para la obtención del nivel de eficiencia del sistema de acondicionamiento de aire, se hace necesario el levantamiento de los equipos de aire acondicionado instalados en cada uno de los ambientes. En este ejemplo fue considerado que todos los espacios están condicionados por medio de equipos del tipo split regulados por el INMETRO. En este caso fue determinada la capacidad de los splits de acuerdo con las características de cada ambiente, llevando en

consideración también la eficiencia del equipo. Los datos utilizados para la clasificación del acondicionamiento de aire están dispuestos en la Figura 29.

Figura 29: Datos del acondicionamiento de aire

Condicionamento do Ar

Pré-Requisitos Gerais

☒ Possui isolamento de tubulações
☐ Não possui isolamento de tubulações

Condicionadores de ar etiquetados

	[-] Ambiente	[+]	Nº. de Unidades	Tipo	Capacidade [BTU/h]	Eficiência [W/W]	Etiqueta
1	despacho	- 1 +	split	▼	12000	3.6	A
2	vestibulos	- 1 +	split	▼	12000	3.6	A
3	comedor	- 1 +	split	▼	12000	3.6	A
4	henda	- 1 +	split	▼	7000	3.6	A
5	oficina	- 1 +	split	▼	55000	3.2	B
6	salon	- 3 +	split	▼	48000	3.2	B
			split	▼	48000	3.2	B
			split	▼	48000	3.2	B

Condicionadores de ar não etiquetados

	[-] Condicionador de ar	[+]	Capacidade [BTU/h]	Nível de eficiência	Pré-requisitos	Classe de eficiência
1				A ▼	☐ Visualizar	

AU 276.57 m³ (F)
AC 276.57 m³ (F)

Calcular Eficiência Limpar

Como resultado parcial, la eficiencia energética del acondicionamiento de aire está definida como Nivel B, conforme la Figura 30.

Figura 30: Clasificación parcial de acondicionamiento de aire

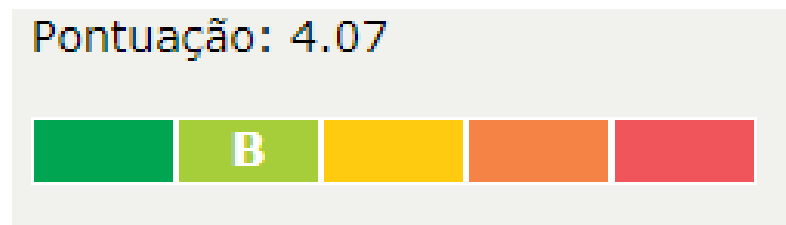


Como el sistema recibió una clasificación B, no es necesario verificar los requisitos previos específicos (aislamiento térmico para los conductos de aire y acondicionamiento de aire por calentamiento artificial), ya que éstos se aplican específicamente al nivel A.

5.3.4 Clasificación final del Edificio

La puntuación final obtenida por el edificio ejemplo es de 4,07, Nivel B, de acuerdo con la Figura 31. Esta puntuación lleva en consideración los factores de la Envolverte (30%), Iluminación (30%) y Acondicionamiento de Aire (40%).

Figura 31: Clasificación final del Edificio



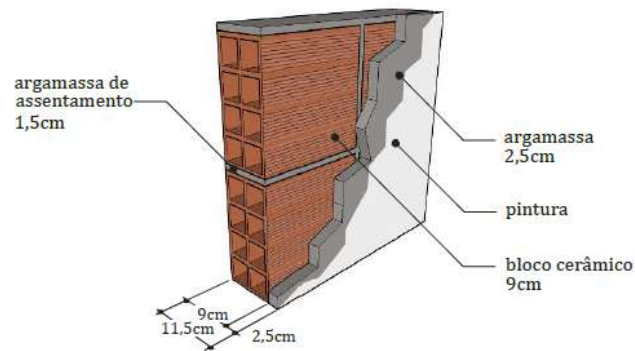
5.3.5 Comparación de los resultados

Para la realización de una analice comparativa de la aplicabilidad de los métodos de Certificación energética de Brasil y España, fue utilizado el mismo edificio objeto descrito en el ítem 5.1 para analice, con las mismas características del edificio. Para la aplicación del método brasileño fue utilizada la ubicación de Caxias do Sul, y para España Jaén. Cuanto el sistema de acondicionamiento de aire, fue establecido las potencia de los splits de acuerdo con las áreas y usos de los espacios, pues solamente se puede definir los sistema tipo Split o ventana en Brasil

Al final de la aplicación de la metodología brasileña e española para la certificación del edificio, obtuvimos el NIVEL B como resultado en ambas. El resultado español es calificado en relación a la emisión de CO₂ del edificio y el resultado brasileño en consumo de energía.

El resultado obtenido en Brasil, puede presentarse equivocado, pues en realidad en Brasil, la grande mayoría de las edificaciones no poseen sistemas de aislamiento en la envolvente. De acuerdo con Morishita, 2011, la grande mayoría de los edificios son constituidos conforme la Figura 32. Donde tense el ladrillo, 2,5 cm de una mezcla de cemento, arena y agua seguida de la pintura.

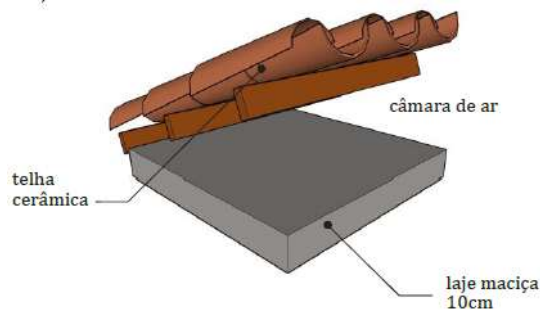
Figura 32: Características de las paredes en Brasil



Fuente: Morishita, 2011

Ya para la cubierta utilizase teja de cerámica seguida de 10 cm de hormigón con una cámara de aire entre las dos, de acuerdo con la Figura 33.

Figura 33: Características de las cubiertas en Brasil



Fuente: Morishita, 2011

Llevando en consideración esas informaciones, los valores de transmitancia térmica cambiarían conforme la Tabla 8.

Tabla 8: Cambio de valores de transmitancia térmica

DATOS	EDIFICIO EJEMPLO ESPAÑA	EDIFICIO EJEMPLO BRASIL
Transmitancia de la pared	0,4 W/m ² K	2,86 W/m ² K
Transmitancia de la cubierta acondicionado	0,51 W/m ² K	2,05 W/m ² K

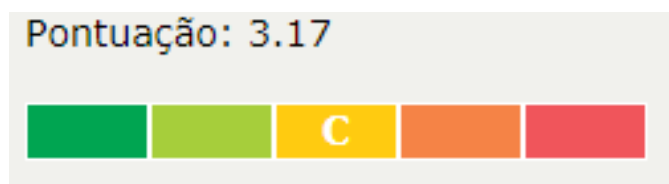
Así, utilizando el valor más aproximado del real, la Calificación para el Envoltorio encuadrarse en el Nivel E, conforme resultado expuesto en la Figura 34.

Figura 34: Calificación para el Envoltorio



En la clasificación final el edificio encuadrarse en el NIVEL C, conforme la figura 35.

Figura 35: Nueva clasificación final del edificio



6 Análisis Comparativo

Evalutando las fuentes de energía del sector residencial, es posible observar una diferencia significativa en relación a utilización del gas natural. En Brasil esta fuente representa solo 1% del total en cuanto que en España representa 20%. En Brasil, no es común el calentamiento de agua, la grande mayoría de las duchas necesitan energía eléctrica para el calentamiento de agua, en cuanto que en la cocina, utilizase el GLP. Otro factor importante también es la calefacción que tan poco es habitual en Brasil. Lo más habitual son sistemas de acondicionamiento de aire a través de Splits. El uso de energías renovables en residencias tampoco es significativo, el sector industrial es lo que más utiliza las energías renovables en los edificios.

En relación a las características constructivas de los edificios, en Brasil no es habitual la construcción con aislantes, o sea, las edificaciones no están preparadas para el invierno, tampoco para el frío. En el ejemplo realizado pode-se comprobar la influencia de este factor en la clasificación del edificio.

En Brasil el gobierno lanzo el Programa de Certificación de Eficiencia Energética para edificios comerciales, públicos y de servicios en 2009, y para los edificios residenciales, en 2010. Solo en 2012 paso a ser obligatoria la certificación de los edificios públicos. Ya en

España, desde 2013 es obligatoria la certificación para venta o alquiler de inmuebles y desde 2007 para los demás edificios.

En Brasil actualmente, la Certificación es obligatoria solo para nuevos edificios públicos con más de 500 m² de área construida o que reciban retrofit, siendo obligados a obtener un ENCE Nivel “A”. Para los edificios comerciales, de servicios y viviendas, la certificación es voluntaria. En España actualmente, la certificación de eficiencia energética es obligatoria para edificios, viviendas y locales existentes destinados a la venta o alquiler; Edificios públicos cuya una superficie útil sea mayor o igual a 250 m², que además sean frecuentados habitualmente por el público en general; Edificios o locales de pública concurrencia (comercios, centros deportivos, oficinas, colegios, etc.), siempre y cuando, su superficie exceda los 500 m² y edificios de nueva construcción.

El nivel de eficiencia energética de edificios comerciales, de servicios y públicos en Brasil, incluyen tres requisitos principales: el desempeño térmico de la envolvente, la eficiencia y potencia instalada del sistema de iluminación y eficiencia del sistema de acondicionamiento de aire. Siendo que para el sector residencial solo es evaluable la envolvente y el sistema de calentamiento de agua. Actualmente no es posible cuantificar las economías generadas por la aplicación de medidas de eficiencia energética. En España para el cálculo de la eficiencia energética deberá que tener en cuenta al menos las características térmicas reales del edificio, incluidas sus divisiones internas; instalación de calefacción y de agua caliente, y sus características de aislamiento; instalaciones de aire acondicionado; ventilación natural y mecánica; instalación de iluminación; diseño, emplazamiento y orientación del edificio, incluidas las condiciones climáticas exteriores; instalaciones solares pasivas y protección solar; condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas y cargas internas.

Cuanto a los límites de eficiencia energética, en Brasil, es utilizada una escala gradual de A (más eficiente) hasta E (menos eficiente). El resultado es basado en el consumo total de energía definido en kWh/m².año. Ya en España la escala utilizada es de A (más eficiente) hasta G (menos eficiente), el resultado es dado en consumo anual de Energía Primaria, expresado en kWh/m² construido, y Emisiones de dióxido de carbono, expresadas en kg CO₂ por m² construido. En Brasil todavía no es evaluada la emisión de CO₂ y tampoco la energía primaria. Pero ya se está estudiando una nueva etiqueta para proporcionar información relativa al consumo anual y mensual de energía primaria por sistema final, además de traer

nueva información complementaria como la cuantificación de las emisiones de dióxido de carbono.

En relación a las herramientas utilizadas para la certificación, en Brasil utilizase el método prescriptivo lo cual utilizase tablas y cálculos manuales, hay herramientas online para la realización de los cálculos como el Webdescriptivo y para viviendas hay disponibilidad de una planilla Excel para facilitar la realización. Además están autorizados la utilización de programas informáticos como el *Energy Plus* desde que cumplan con una serie de requisitos establecidos. En España pódese contar con herramientas informáticas reconocidas y adaptadas para su aplicación. Actualmente están autorizadas las herramientas LIDER, CALENERVYP y CALENER-GT, CE3, CE3X y CERMA.

En España al final del proceso es generado el certificado de eficiencia energética del edificio, donde constan informaciones como la identificación del edificio, Indicación del procedimiento utilizado, descripción de las características energéticas del edificio y la Calificación de Eficiencia Energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética. Para los edificios existentes, documento de recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio o de una parte de este, siendo que las recomendaciones incluidas en el certificado de eficiencia energética abordarán:

- Las medidas aplicadas en el marco de reformas importantes de la envolvente y de las instalaciones técnicas de un edificio, y
- Las medidas relativas a elementos de un edificio, independientemente de la realización de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio.

En Brasil es enviado al propietario del edificio un informe conteniendo los cálculos y parámetros utilizado en la certificación. No hay sugerencias de mejoras para aumentar la eficiencia energética del edificio.

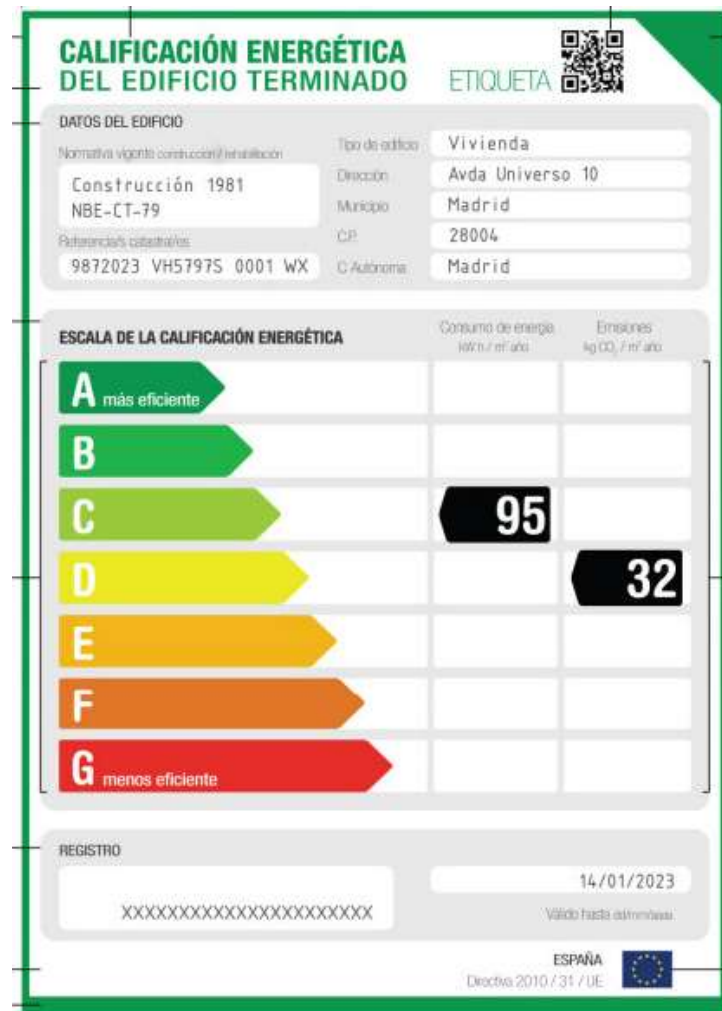
Cuanto la Etiqueta de Eficiencia Energética en Brasil la misma presenta informaciones como la Clasificación general del edificio, etiquetas parciales (envoltorio, iluminación y acondicionadores de aire), bonificaciones, además de informaciones básicas como localización, zona bioclimática, orientación del edificio, y validez de la etiqueta a cual tiene validez de 5 años. Un ejemplo de la etiqueta está en la Figura 36.

Figura 36: Ejemplo de la etiqueta en Brasil



La etiqueta en España puede ser visualizada en la Figura 37. Las principales informaciones son el código BIDI, los datos del edificio, la escala de calificación energética, el resultado del consumo de energía primaria expreso en kWh/m².año y emisiones de dióxido de carbono, expresadas en kg CO₂/m².año, el número de registro y la validez que es de 10 años.

Figura 37: Ejemplo de la etiqueta en España



Otro factor comparable entre Brasil y España es el costo para la realización de la certificación energética de un edificio. En Brasil para edificaciones comerciales, de servicios y públicas, los precios para la obtención de una etiqueta pueden variar de R\$ 11.000,00 a R\$ 22.000,00 equivalentes a € 2.894,00 y € 5.789,00 respectivamente, en promedio corresponden a edificaciones entre 500 m² y 15.000 m². En España para un edificio con más de 1000 m², el mayor valor encontrado fue de aproximadamente € 726,00.

7 Comentarios y Conclusiones

Después de realizar la analice comparativa de los resultados obtenidos en este trabajo, con respecto a la Certificación Energética de Edificios en Brasil y España, fue posible observar diferencias significativas tanto en relación al método de certificación adoptado por cada país cuanto a factores que dicen respecto a los usos de la energía. A través de la aplicación de las herramientas de certificación, utilizando el edificio objeto, tanto en España como en Brasil fue posible identificar, principalmente, la importancia de las características constructivas de los edificios, una vez que en Brasil, no es habitual el uso de aislantes en la envolvente y cubierta por lo que disminuye la eficiencia energética de los edificios, desperdiciando energía.

En España, el uso de herramientas específicas para la Certificación Energética de los Edificios llevando en consideración las características locales facilita la obtención de la Etiqueta Energética. En Brasil todavía no hay una herramienta certificada que pode ser utilizada para tanto, lo que se debe al fato de que por poseer un territorio amplio todavía no hay datos suficientes para criar modelos que presenten la realidad del país.

De acuerdo con los datos del INMETRO, 2017, hasta 01 de agosto de 2017 en Brasil fueran emitidas 52 ENCEs para edificaciones residenciales multifamiliar, 204 ENCEs para Edificaciones Comerciales, de Servicios y Públicos (hasta el 24 de octubre de 2017) y 4479 ENCE para Edificaciones Residenciales de Unidad Habitacional Autónoma (hasta 01 de agosto de 2017) totalizando 4.735 ENCEs emitidas. De acuerdo con a ANEEL – Agencia Nacional de Energía Eléctrica, en 2012 Brasil tenía 72,70 millones de unidades consumidoras de energía eléctrica. La clase residencial representa 61,54 millones. Comercio, servicios y otras actividades totalizan 5,24 millones de unidades consumidoras. El poder público, con 557.700 y el servicio público con 73.400 unidades consumidoras. Por lo que nos muestra que en Brasil todavía hay mucho a ser hecho en relación a Certificación Energética. La ampliación de la obligatoriedad de la Certificación Energética de los edificios puede ser una grande aliada para atingir niveles mejores de eficiencia energética en el país, una vez que los resultados de la aplicación de certificación y aplicación de mejoras donde pódese aumentar la eficiencia energética, están directamente ligados a la economía de energía y disminución de emisión de los gases de efecto invernadero. En contra partida, segundo el informe presentado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo – MINETAD, (MINETAD 2015), en España, el

número de certificados registrados hasta junio de 2015 asciende a 1.515.628 unidades una vez que, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística – INE (INE, 2016), en 2015 España tenía 18.346.200 residencias. Llevando en consideración solo las residencias, España cuenta con aproximadamente 30% de las viviendas de Brasil (en los años evaluados).

Medidas de incentivo para utilización de fuentes de energías renovables, políticas públicas más severas en relación al desperdicio de energía, normas de eficiencia energética más severas, alteraciones en las características constructivas de los edificios y la conciencia del uso racional de energía, pueden ser grandes aliados para la mejora de la Eficiencia Energética en Brasil.

8 Referencias

ALTOÉ, L. Análise Técnico-econômica e ambiental da Certificação brasileira do uso de Aquecedores Solares de água em edificações residenciais. Viçosa – MG. 2012.

BRASIL. Portaria Interministerial MME/MIC nº 1.877, de 30 de dezembro de 1985. Institui o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1985.

BRASIL. Decreto presidencial de 18 de julho de 1991. Institui o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet) e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1991.

BRASIL. Lei 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1997.

BRASIL. Lei 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2001a

BRASIL. Decreto 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei n.10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2001b

BRASIL. Decreto nº 53 de 27 de fevereiro de 2009, Regulamento técnicos da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. Rio de Janeiro, RJ: INMETRO. 2009a

BRASIL. Decreto nº185, de 22 de junho de 2009, Regulamento de avaliação de conformidade do nível de eficiência energética para edifícios comerciais, de serviços e públicos. Rio de Janeiro, RJ: INMETRO. 2009b

BRASIL. Decreto nº 449 de 25 de novembro de 2010, Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais. Rio de Janeiro, RJ: INMETRO. 2010.

BRASIL. Decreto nº 122 de 15 de março de 2011, Regulamento de avaliação de conformidade do nível de eficiência energética para edifícios residenciais. Rio de Janeiro, RJ: INMETRO 2011.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 2 de 4 de junho de 2014. Brasília: Diário Oficial da União, 2014

CAVALCANTI, C. C. T. O Direito da Energia no Contexto Ibero-brasileiro. Rio de Janeiro, 2017. SYNERGIA; Edición: 1. 450p Disponible en: <<https://books.google.es/books?id=qgsfDgAAQBAJ&pg=PA78&lpg=PA78&dq=Portaria+MIC/GM46&source=bl&ots=ScwLn3NJwN&sig=ibUFFe9GhELBvykTkHPB6bDbC8U&hl=ptPT&sa=X&ved=0ahUKEwiy3bjWszXAhWLuhoKHQ9vDLgQ6AEILDAB#v=onepage&q=Portaria%20MIC%20FGM46&f=false>>

DB HE. Documento Básico HE Ahorro de Energía. 2017. Disponible en <<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DcmHE.pdf>>

ESPAÑA. Real Decreto 2429/79. de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios. Publicado en: «BOE» núm. 253, de 22 de octubre de 1979, páginas 24524 a 24550 (27 págs.)

ESPAÑA. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. Publicado en: «BOE» núm. 266, de 6 de noviembre de 1999, páginas 38925 a 38934 (10 págs.)

ESPAÑA. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, publicado en el Boletín Oficial del Estado nº 89 del 13 de abril de 2013. Referencia: BOE-A-2013-3904

ESPAÑA. Real Decreto 564/2017 de 2 de junio de 2017, por el que se modifica el Real Decreto 235/2013. Publicado en: «BOE» núm. 134, de 6 de junio de 2017, páginas 45935 a 45937 (3 págs.)

FEDRIGO, N. S. *et al.* Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro. Florianópolis: UFSC. 2009

GARCÍA, J. S; HERRERO, R. M; BERMELL, S. G. Gestión de la energía. Valencia: Editorial de la UPV, 2006

IDAE. CALENER-VYP v1.0. Manual del usuario, Madrid: Ministerio de Vivienda e Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). 2007

IDAE. CALENER-GT: grandes edificios terciarios. Manual del Usuario, 2009

IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Análisis del consumo energético del sector residencial en España informe final. 2011

IDAE: Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE³X. Madrid. 2012

IDAE. Herramienta Unificada Lider-Calener HULC. Manual de Usuario V 1.0. 2016 IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Calificación de la eficiencia energética de los edificios. Versión 1.0. 2015

IEA. International Energy Agency. Energy Efficiency 2017. OECD/IEA, 2017

INE. Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Continua de Hogares Año 2015. 2016

MARTÍNEZ, F. J. R; GÓMEZ, E. V. Eficiencia energética en edificios: certificación y auditorías energéticas. Madrid: Thomson-Paraninfo, 2010. 313 p.

MINETAD. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Estado de la certificación energética de los edificios datos ccaa. 2015.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Eficiência energética: guia para etiquetagem de edifícios: volume 2. Brasília: MMA, 2015. 70 p.

MME – Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Eficiência Energética. Brasília, 2011.

PBEEdifica. Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edifícios. Disponible en <http://pbeedifica.com.br/etiquetagem/comercial/webprescritivo>. Acceso 30/11/2017. 2017

UE. Directiva 93/76/CEE del Consejo, de 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE) Diario Oficial nº L 237 de 22/09/1993 p. 0028 – 0030. 1993

UE. Directiva 2002/91/ce del parlamento europeo y del consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 2002

UE. DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición). Diario Oficial de la Unión Europea. 2010.

ANEXOS

Anexo I Certificado de Eficiencia Energética