



Revista de la Construcción

ISSN: 0717-7925

revistadelaconstrucion@uc.cl

Pontificia Universidad Católica de Chile
Chile

Hernández, H.; Meza, L.

Propuesta de una metodología de certificación de eficiencia energética para viviendas en Chile

Revista de la Construcción, vol. 10, núm. 1, abril, 2011, pp. 53-63

Pontificia Universidad Católica de Chile

Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127620972006>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

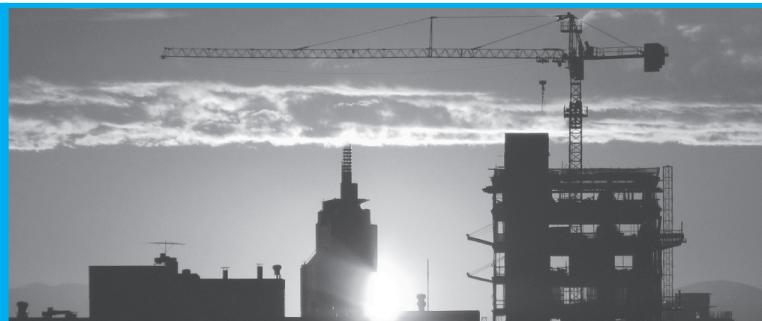
redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

*Proposal of a
methodology for energy
efficiency certification of
housing in Chile*

Propuesta de una metodología de certificación de eficiencia energética para viviendas en Chile



Autores

HERNÁNDEZ, H. Magíster en Construcción
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad Central de Chile
Santa Isabel 1186. Santiago
hhernandezl@ucentral.cl

MEZA, L. Doctor en Ingeniería. Universidad Politécnica de Madrid
Escuela de Construcción Civil. Facultad de Ingeniería
Pontificia Universidad Católica de Chile
Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile
lmezam@uc.cl

Fecha de recepción 14/09/2010

Fecha de aceptación 01/12/2010

Resumen

En este artículo se propone una metodología de certificación energética de viviendas nuevas, basado en las experiencias internacionales y en la realidad nacional. El método propuesto permite acercar la edificación chilena de nueva

construcción a estándares internacionales de bajo consumo de energía. Se propone un modelo basado en la obtención de un certificado provisorio en base a la determinación de la demanda y el consumo energético del proyecto.

Palabras clave: certificación energética, eficiencia energética, viviendas.

Abstract

This paper proposes a methodology for energy certification of new houses, based on international experiences and national reality. This method allows the construction of new buildings in Chile approaching international standards for low energy consumption.

We propose a model based on obtaining a provisional certificate, on the basis of the determination of the demand and energy consumption of the project.

Key words: Energy Certification, Energy Efficiency, housing.

1. Introducción

Los países desarrollados se han caracterizado en estas últimas décadas por la constante búsqueda de eficacia y eficiencia en la utilización de sus recursos energéticos. Bajo esta mirada, y otros como son, la sustentabilidad y la dependencia energética, las comunidades han impulsado innumerables planes con vista a estos propósitos, planes que subyacen a los distintos sectores productivos de la economía. Congruentemente, la industria de la construcción es uno de los sectores económicos más importantes a nivel mundial, constituyendo al menos un décimo de la economía global. Asimismo, los edificios utilizan al menos el 40% de la energía mundial y es responsable por al menos el 50% de las emisiones de CO₂ al ambiente [1].

Chile no está ajeno a esta realidad. El país ha ido presentando un crecimiento sostenido del consumo final de energía por habitante y una clara dependencia energética traducida en la mayor importación de energía primaria [2]. Bajo esta perspectiva, es vital hacer a los edificios habitacionales chilenos más eficientes en el uso de la energía, requerimiento que debe emanar de instrumentos normativos que propendan a la eficiencia en el uso de la energía y a la sustentabilidad de los edificios. Es en este contexto que se hace necesario el certificar la eficiencia energética de los edificios nacionales. Eficiencia que no garantiza el cumplimiento de la actual normativa sobre habitabilidad y sistemas de instalaciones en edificios chilenos.

El know-how existe y acceder a ello no reviste mayor complejidad. Sin embargo, no todos los actores involucrados están dispuestos a enfrentar este desafío y, como se verá más adelante, no todos ellos presentan avances congruentes con estos lineamientos. Así, la realidad nacional presenta ciertas falencias para

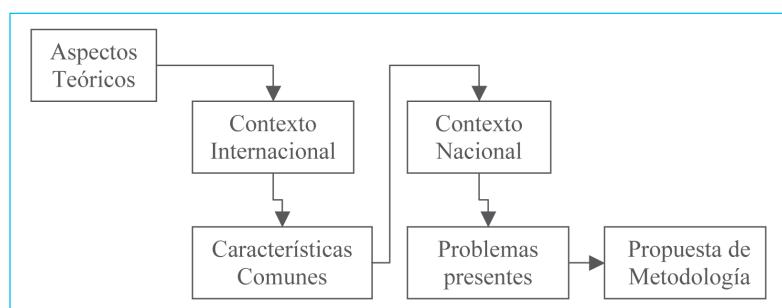
generar una metodología de certificación energética en viviendas que permita evidenciar los consumos de energía primaria y las emisiones de dióxido de carbono al ambiente como lo son certificaciones de eficiencia energética en países desarrollados. Sin embargo, si puede presentarse una metodología de carácter incipiente de certificación, en analogía a estas certificaciones extranjeras y a lineamientos que permitan mejorar, en el mediano plazo, los indicadores obtenidos en ella. Este es el objeto de esta publicación, presentar una propuesta de certificación energética para la realidad nacional con sustento en la experiencia internacional. Ello se presentará a partir de la secuencia metodológica que explicita la figura 1.

De esta manera, y para facilitar la comprensión de la propuesta, será necesario responder primero algunas preguntas en el segundo apartado de este documento: aspectos teóricos. Con posterioridad, se presentarán algunas certificaciones de eficiencia energética, con especial atención en España, que permitirán derivar las características comunes a ellas para poder contrastar estos paradigmas al contexto nacional. Este será el punto de partida para evidenciar los problemas presentes para establecer una metodología certificación y cómo subsanarlos. Con ello, y finalmente, generar una propuesta que permita certificar la eficiencia energética de viviendas en Chile y vislumbrar lineamientos para su maduración.

2. Aspectos teóricos

Es habitual escuchar hablar en la industria de la construcción sobre eficiencia energética y muchos tienen conceptos errados al respecto. El primer filtro en la definición radica en contextualizar el concepto, pri-

Figura 1 Secuencia Metodológica
Fuente: Elaboración propia



meramente, de la industria que se trate y del ciclo de vida que se estudie. Por otro lado, el concepto de eficiencia energética corresponde a un producto holístico derivado en la búsqueda de sustentabilidad de las edificaciones y de hacer funcional a los edificios. Bajo este paradigma, se tratará de dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Qué es una vivienda sustentable y cómo se vincula la eficiencia energética a ello? ¿Qué se entiende por eficiencia energética en una vivienda? ¿Cuáles son los indicadores de eficiencia energética? ¿En qué parte del ciclo de vida de las viviendas es mensurando el consumo de energía? ¿Por qué en esta fase del ciclo y no otra? ¿Qué es una certificación energética?, entre otras. A continuación se tratará de dar respuesta a estas interrogantes y presentar un marco teórico que permita entender la búsqueda y propuesta de una metodología de certificación energética para viviendas nacionales.

2.1. Sustentabilidad y eficiencia energética

La Comisión Mundial de Desarrollo y Medio ambiente (World Commission of Environment and Development) define la sustentabilidad como "La satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades". Coherentemente, la construcción sustentable estará centrada en minimizar la cantidad de recursos que consumen actualmente los edificios habitacionales durante su ciclo de vida. Recursos que, en su mayoría, no son renovables y su utilización tiene repercusiones directas en el ambiente. Es decir, desechos sólidos, líquidos y gaseosos. Impactos ambientales que derivan además en impactos sociales y económicos, siendo de este modo la eficiencia en el uso de la energía característico de las construcciones sustentables. Es así como hoy las certificaciones energéticas de las viviendas se inscriben en certificaciones de sustentabilidad de los edificios. Como ejemplo se pueden citar: Las metodologías LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) [3], BREEM (BRE Environmental Assessment Method) [4] o CERQUAL (Certification Qualité Logement) [5], entre muchas otras. Todas estas metodologías redundan en los aspectos que han definido Rey y Velasco (2006) [6] y que deben considerarse durante el ciclo de vida en un edificio sustentable:

- Uso y consumo de energía
- Uso y consumo de agua
- Uso de suelo con valor ecológico
- Uso y consumo de materiales escasos
- Emisiones atmosféricas y de otro tipo
- Impactos ecológicos y de otro tipo

2.2. Viviendas de bajo consumo energético

Para lograr una vivienda de bajo consumo energético, o eficiente energéticamente, es necesario:

- Lograr un diseño arquitectónico inteligente, es decir, una vivienda que adopte estrategias de arquitectura bioclimática como son: orientación y ubicación de ventanas, compacidad, selección de materiales de envolvente, incorporación de energía solar pasiva, entre otras. Dos viviendas iguales, por el mero hecho de estar emplazadas en el espacio de manera diferente, necesariamente una será más eficiente energéticamente que la otra. Estas técnicas permitirán a la vivienda, conforme a las condiciones impuestas por el medio ambiente, disminuir o prescindir de energía para su explotación y uso. Estudios han demostrado que un diseño inteligente que tome algunas precauciones respecto a la iluminación natural puede reducir hasta en un 50% el consumo generado por iluminación[7].
- Aislamiento y estanqueidad que permitan controlar los flujos de energía a través de los elementos envolventes de la vivienda. El aislamiento, por absorción y transmisión, brindarán estabilidad térmica interior y resistencia a la pérdida de energía. La estanqueidad, por otra parte, permitirá el control y regulación de la ventilación y, con ello, disminuir o aumentar las pérdidas de energía convenientemente. Para exemplificar esto, estudios han demostrado que durante el invierno los sistemas de ventilación pueden representar entre el 20% y 60% del gasto energético[7].
- La inyección de recursos (energía, capital, esfuerzo humano y materiales), al igual que los resultados contaminantes y no reutilizables (emisiones y desechos), en cada etapa del ciclo de vida de la vivienda deben ser mínimos. Las viviendas que incorporen la menor cantidad de recursos no renovables, además de ser más sustentables, serán más eficientes energéticamente.
- Utilización de materiales de construcción recuperable, reutilizables y con baja energía incorporada (Energy Embodied). La reutilización de materiales de construcción necesariamente conllevará a disminuir la energía incorporada a una nueva vivienda.
- Incorporación de energías limpias y renovables para la operación de los sistemas de instalaciones en las viviendas. El uso de energía solar para el abastecimiento de ACS a través de colectores solares o para el abastecimiento de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos son claros ejemplos de ello.

Estas energías, limpias y gratuitas, son preferibles ante aquellas energías contaminantes e ineficientes derivadas de los hidrocarburos.

- Exigencia de elevados rendimientos para todos los sistemas de instalaciones en la vivienda, ya sean de ACS, HVAC u otros. Los diseños inteligentes buscarán prescindir del uso de energía para generar las condiciones de confort dentro de las viviendas, sin embargo, el contraste o la severidad climática de algunas localidades o las condiciones de uso de las viviendas hará obligado el uso de los sistemas de instalaciones, de ahí la importancia de los rendimientos de ellos. Estudios han evidenciado que solo los sistemas de ACS y HVAC usan entre el 55% y 70% de la energía que consume la vivienda [8]. En consecuencia, bajos rendimientos de estos sistemas implicarán elevados consumos de energía.
- Bajo consumo energético de aparatos y equipos electrónicos (lámparas, refrigeradores, cocinas, entre otros). La energía utilizada por los electrodomésticos y luminarias (principalmente energía eléctrica) varía entre un 30% y un 45% de la energía total consumida en la vivienda[8]. Por lo tanto, también le serán exigibles elevados rendimientos.
- Contar con un sistema de gestión, mantenimiento y mejoramiento continuo. Es decir, un monitoreo constante del funcionamiento de los sistemas en la vivienda para poder rectificar, mejorar o cambiar los elementos que los constituyen según las fallas o anomalías detectadas, especialmente, en los sistemas de instalaciones. Acá es útil la incorporación de sistemas HEMS a las viviendas (Home Energy Management System). A modo de ejemplo, un aparato de aire acondicionado que por falta de mantenimiento esté funcionando a una temperatura de tan solo un grado menos de lo necesario, aumenta el gasto de energía entre un 8% y un 10%.[9]

2.3. Energía: Demanda, consumo, gasto y emisiones

Para efectos de las certificaciones energéticas en viviendas, es importante tener claro que las energías pueden tipificarse en: renovables o no renovables y, dependiendo de la necesidad de transformación de la fuente de energía, en primarias o secundarias. También se deberá tener claridad en la diferenciación de los conceptos de demanda, consumo y gasto de energía, como asimismo, la vinculación entre las emisiones de CO₂ al ambiente con la certificación energética.

La demanda será entendida como la cantidad de energía en kWh m²/año necesaria para generar las condiciones de habitabilidad y funcionalidad de una edificación en función a su uso. Es decir, la energía necesaria para calefaccionar, refrigerar o iluminar los espacios habitacionales, así como la energía demandada para el abastecimiento de agua caliente sanitaria, entre otros. De esta manera, la demanda dependerá básicamente del diseño del edificio, de sus condiciones de uso y de las condiciones de emplazamiento, clima y geografía. La demanda de energía puede estudiarse en régimen permanente o dinámico, en este último caso, la ayuda de programas de simulación computacional son imprescindibles para su determinación, tales como son: TAS, DOE, TRNSYS, BLAST, CCTE_CL (Programa de simulación para Chile, con motor de cálculo DOE), entre otros.

Por otra parte, la relación entre demanda y consumo estará dada por los rendimientos de los sistemas de instalaciones, los que serán diferentes a cada edificio y dependerán de las pérdidas de generación, distribución y de regulación y control del mismo. Consecuentemente, menor demanda de energía y mejores rendimientos redundarán en menores consumos de energía y emisiones contaminantes (en KgCO₂/m² año) que, dependiendo de la fuente y tipo de energía, podrán ser o no significativas. Asimismo, y conforme al precio que el mercado defina a las energías, el gasto también dependerá del tipo y fuente de energía, por ejemplo, en UF/kWh año. Es en estos indicadores que las energías limpias llevan su delantera, en cuanto a que disminuyen las emisiones contaminantes al ambiente y el gasto en energía. De este modo, y sustentado en los paradigmas establecidos en el apartado 2.2, viviendas que demanden, consuman, y gasten menos energía y emitan menos contaminantes al medio ambiente serán más eficientes energéticamente. La figura 2, resume este proceso.

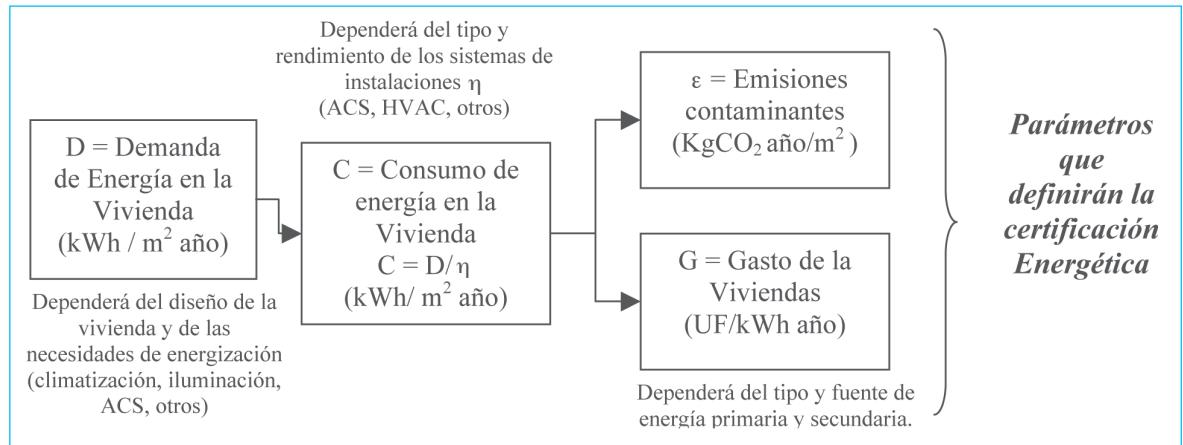
2.4. La certificación energética

Rey y Velasco (2006) definen la certificación energética en los edificios como la prescripción de las características energéticas de estos, que aporta información a los usuarios interesados en utilizar un edificio sobre la eficiencia energética del mismo. En concordancia a los mismos expertos, la certificación energética debe tener las siguientes características:

- Contribuir a la sustentabilidad
- Transparentar el mercado inmobiliario
- Estandarización
- Contar con un certificado y etiquetado energético

Figura 2 Parámetros que definen las certificaciones energéticas

Fuente: *Elaboración propia*



3. Certificaciones energéticas internacionales y/o extranjeras

Varias fueron las metodologías de certificación consultadas, entre ellas: La certificación francesa QHE (Qualitel et Habitat & Environnement) congruente con CERQUAL y sustentada en la reglamentación térmica francesa RT 2005; la certificación alemana sustentada en la norma DIN V18599, publicada en julio de 2005, la cual define el procedimiento de cálculo del requerimiento energético primario para un edificio y; la certificación española aprobada en enero de 2007 con Real Decreto 47/2007, el cual establece la obligatoriedad y el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios habitacionales. Parece tardía esta certificación energética en España, sin embargo, ya existían avances en lo relativo a certificaciones energéticas de viviendas españolas, muchas de ellas con carácter voluntario, entre las que destacan la metodología AEV (Análisis Energético de Viviendas, Grupo de Termotecnia de la Universidad de Valladolid) y el PEEV (Programa de Eficiencia Energética de Viviendas) por el CADEM del Ente Vasco de Energía (EVE).

3.1. Características comunes en las metodologías de certificación

La primera característica común es la utilización de programas de simulación informáticos que permitan determinar sin complejidad las demandas, consumos o gastos de energía bajo regímenes dinámico de estudio. La figura 3 muestra el flujo y estructura de simulación del programa DOE-2.2. El que, básicamente, toma

recursos de entrada (Building description + Weather data) como son datos de diseño del edificio, datos climáticos, parámetros de confort, tipo y rendimientos de los sistemas de instalaciones, precios de la energía, entre otros, para determinar las demandas, los consumos y los gastos en energía con sustento en los subprogramas de simulación LOADS, HVAC Y ECON, respectivamente. Finalmente, se obtienen los reportes que permitirán definir su performance energética en comparación a un parámetro definido como "edificio de referencia" que corresponde, generalmente, a aquel edificio que responde a los requerimientos mínimos normativos en cuanto a eficiencia de sus instalaciones y a reglamentación térmica.

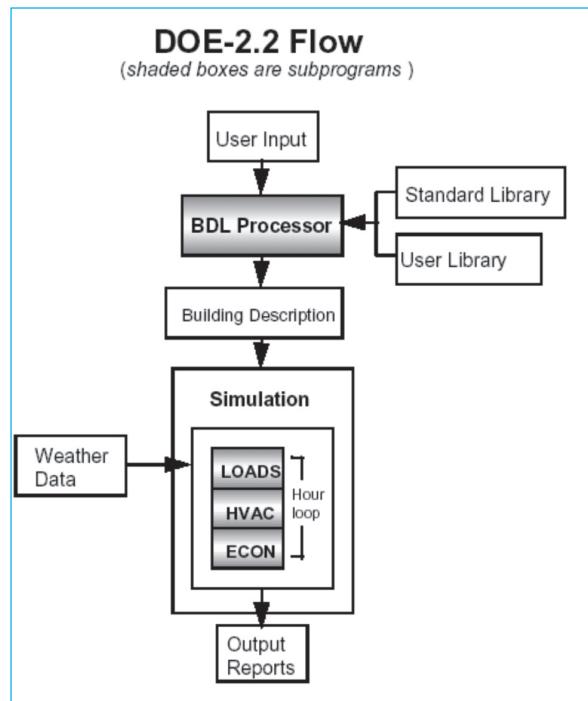
Por otro lado, todas las metodologías de certificación estudiadas pueden analizarse a partir de 5 estrategias comunes en la reducción del consumo energético de las edificaciones. Estas son:

- Reducir la demanda de energía para generar las condiciones de confort térmico.
 - Mejorar la eficiencia de las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación.
 - Fomentar el uso de las energías renovables.
 - Minimizar los gastos de energía a partir de la gestión del uso de la energía.
 - Optimizar las características ocupacionales.

Además, para poder cuantificar la influencia de estas estrategias en la certificación energética, se han estandarizado los procedimientos a partir de los siguientes instrumentos normativos:

Figura 3 Esquema de la estructura de simulación de Software DOE-2.2

Fuente: Manual de uso Software DOE-2.2



- Una reglamentación térmica que permita definir, a partir de una zonificación climática, los distintos requerimientos de aislación térmica de los elementos de la envolvente de las viviendas. Definiendo, a partir de ello, un edificio referencia que cumpla con los requerimientos mínimos de aislación.
- Una reglamentación que estandarice y especifique los distintos sistemas de instalaciones respecto de la eficiencia de los mismos y del tipo de energía que los abastecen, tanto para sistemas de HVAC como de ACS.
- Una reglamentación energética que defina y estandarice el proceso de certificación y, que a su vez, fomente el uso de las energías renovables para disminuir el uso de energía contaminante. Estableciendo, con ello, los factores o coeficientes de paso que permitan determinar las emisiones de CO₂ al ambiente y la energía primaria a partir del consumo de energía secundario.

En consecuencia, estos instrumentos normativos son común denominador de las metodologías de certifi-

cación estudiadas, presentando discrepancias solo en las formas como cuantifican los consumos y en el tipo y magnitud de restricciones impuestas a los edificios, tanto en aislamiento de envolvente como en requerimientos a las instalaciones, las que serán más o menos exigentes conforme a políticas gubernamentales y a exigencias geográficas y climáticas particulares a cada país.

3.2. Desarrollo de la metodología

Conforme a los parámetros planteados en el apartado 3.1, se puede anticipar que la metodología de certificación energética que se proponga en este documento será de carácter incipiente, puesto que:

- Chile carece de una reglamentación térmica con un real aporte en eficiencia energética, ya que las restricciones impuestas, sobre todo en muros, no modifican sustancialmente las condiciones de habitabilidad.
- El actual reglamento de instalaciones térmicas en los edificios de Chile (RITCH) no presenta un enfoque hacia la eficiencia energética, estableciendo solo parámetros de uso racional de energía. Así, por ejemplo, no se especifican rendimientos mínimos a los sistemas de instalaciones térmicas, definiendo solamente condiciones que minimizan las pérdidas, como por ejemplo: el aislamiento de los conductos de ventilación.
- No son conocidos y parametrizados los rendimientos globales promedios de los distintos sistemas de instalaciones, básicamente, HVAC y ACS. Coherentemente, tampoco las pérdidas promedio en la generación, distribución y regulación de los distintos sistemas de uso habitual en las viviendas nacionales.
- No existen en Chile normativas que definan coeficientes de paso a energía primaria y a emisiones de CO₂ al ambiente correspondientes a los consumos energéticos en las viviendas y a los tipos de fuente de energía.
- La actual normativa y el programa de certificación de comportamiento térmico CCTE_CL solo permiten determinar la demanda de energía para las condiciones de confort, no teniendo incorporados subprogramas de equipamiento HVAC y ACS que permitan determinar los consumos energéticos. Cabe mencionar que este programa entrega valores de consumo energético referenciales, sin embargo, estos son calculados de acuerdo a un rendimiento

estacional definido por defecto en el programa para calefacción y refrigeración y no obedecen al sistema de instalaciones de la vivienda estudiada.

Congruentemente, se planteará una metodología de certificación para viviendas chilenas de nueva construcción en base a las condiciones especificadas en las distintas metodologías de certificación estudiadas, que suplirán o complementarán la carencia de regulación para el proceso de certificación propuesto.

4. Propuesta para una certificación energética certificación nacional

La propuesta consta de 9 etapas sucesivas, estas son:

1. Descripción del proyecto habitacional
2. Determinación de la demanda energética
3. Determinación del consumo de energía secundaria en la vivienda
4. Determinación del gasto promedio anual
5. Determinación del consumo de energía primaria
6. Determinación de emisiones de CO₂
7. Determinación de consumo de energía primaria y emisiones de CO₂ del edificio de referencia
8. Obtención de etiquetado y certificado energético provisorio.
9. Obtención de etiquetado y certificado energético definitivo.

La primera fase de la metodología propuesta, descripción del proyecto habitacional, corresponde a describir las características del proyecto a estudiar con el objeto de alimentar a los sistemas, de simulación computacional bajo régimen dinámico o a las herramientas de cálculo bajo régimen permanente, con la información necesaria para determinar la demanda de energía (D) que correspondería a la fase siguiente. Estos antecedentes son: Diseño (plantas, propiedades y características de los elementos de envolvente e instalaciones, entre otros), emplazamiento, clima y condiciones de uso (número de usuarios, parámetros de confort, entre otros). Consecuentemente, se obtendrían las cargas necesarias para climatización de los espacios (refrigerar en verano-calefaccionar en invierno), abastecimiento de ACS y ratios de eficiencia en iluminación para los espacios habitacionales del proyecto de estudio.

Con posterioridad se determinarán los consumos de energía secundaria (C_{ES}) sustentados en los rendimientos de los sistemas de instalaciones que deberán obtenerse de las memorias de cálculo definidas en el RITCH o estimadas en conformidad a rendimientos teóricos normados (Instituto Cerdá, COAC o IDAE

de España manejan rendimientos promedios de las instalaciones tipo), análogamente para las cargas de iluminación y cocción. De este modo, el consumo de energía secundaria estará dado por:

$$C_{ES} = \sum [D f_{(HVAC,ACS)} \times \eta_i^{-1}] + C_{Cocción} + C_{Iluminación}$$

La determinación del gasto promedio anual (G), que corresponde a la fase 4, se determinará a partir de precios establecidos y estandarizados en el mercado para las diversas fuentes y tipos de energía en UF por kWh de consumo de energía al año.

Para la determinación de la energía primaria consumida (C_{EP}) y las emisiones de CO₂ al ambiente (ε) será necesario definir y estandarizar los coeficientes de paso para las distintas localidades en conformidad a las características de generación de energía y tipo de energía. Así, por ejemplo, cuando se trate de energía eléctrica, SIC y SING principalmente, y como el SING es de origen térmico en un 99,6% y el SIC en un 46,3% de origen térmico y el resto hidráulico, se proponen los referentes españoles "peninsular" para hidráulico predominante y "extrapeninsular" para origen térmico predominante, es decir, SIC y SING, respectivamente [10]. Análogamente, para la determinación de las emisiones de CO₂ se usarán los coeficientes de paso establecidos en función a los sistemas de instalaciones (ACS y HVAC) y a los tipos de energía usada. Para las emisiones derivadas de la cocción e iluminación las tasas propuestas serán las emanadas del instituto Cerdá en función a los metros cuadrados construidos u otros parámetros semejantes que permitan la estandarización.

A esta altura están claramente definidos D, C, G y ε (ver figura 2) en el edificio de estudio, sin embargo, para la certificación se hace necesario la comparación con un edificio de referencia para poder, como establecen Rey y Velasco (2006), prescribir las características energéticas del edificio de estudio, es decir, definir porcentualmente (%) qué tan superior o inferior es este edificio de estudio en comparación a aquel que define la normativa como mínimo exigible. Es acá donde se establecen y estandarizan las condiciones para el edificio de referencia, es decir, la información de entrada que requerirán los sistemas de simulación para determinar las cargas de energía en el edificio de referencia. Claramente, habrá aspectos que no podrán variar como son el emplazamiento, el clima o los usuarios, puesto que estos deberán ser estandarizados para el edificio de estudio y de referencia, sin embargo, otros aspectos como son: los rendimientos mínimos exigidos para los sistemas de instalaciones (η), las transmitancias térmicas (U) de los elementos de envolvente, entre otros, serán distintos

en el edificio de referencia. La investigación propone algunos criterios sustentados en la OGUC, las Normas Chilenas y el RITCH. Definidos estos parámetros, para el edificio de referencia, se determina el consumo de energía primaria, secundaria y las emisiones de CO₂ al ambiente del edificio de referencia que permitirán su comparación con el edificio de estudio. De este modo se obtendrá una variación porcentual para los consumos de energía y para las emisiones de CO₂ al ambiente. Esto que se traduce en $\Delta\% = C_{EE}/C_{ER}$ ó $\Delta\% = \epsilon_{EE}/\epsilon_{ER}$, donde los subíndices corresponden a Edificio Estudio y Edificio Referencia. En función a estas variaciones se propone una tabla que permite la obtención de un etiquetado o certificado energético provisorio antes de la construcción. Finalmente, la obtención del etiquetado y certificado energético definitivo estará sujeto a una serie de auditorías in situ como son termografías (ISO 6781:1983), medición de Transmitancia Térmica "U" (ISO 9869:1994), infiltraciones (ISO 9972:2006), inspecciones a HVAC y ACS, entre otras, propuestas por la metodología de certificación energética PEEV, propuesta por el País Vasco.

Conclusiones del estudio

Se puede apreciar cómo las variables diseño de viviendas, medio ambiente y los requerimientos de confort de las personas, deben ser articulados para definir e idear viviendas sustentables y eficientes energéticamente, las que a su vez, redundarán en calificaciones energéticas más favorables. No se podrán construir viviendas eficientes energéticamente sin el compromiso de los diseñadores y planificadores urbanos. En su espectro más amplio, la eficiencia energética considera todo el ciclo de vida de las edificaciones. Sin embargo, como aún es compleja su determinación es que la mayoría de las metodologías de certificación energética surgen a partir de la evaluación del consumo energético de los edificios durante la fase de su uso y explotación. Chile presenta condiciones climáticas de Ovalle al norte que pueden hacer prescindir del uso de energía en viviendas para calefacción con la ayuda de estrategias de calentamiento solar pasivo en invierno, igualmente, a partir de estrategias de arquitectura bioclimática, se pueden lograr ahorros considerables en el uso de la energía de Ovalle al sur[11]. Consideraciones que no refleja la actual reglamentación térmica nacional. De ahí, que los requerimientos de transmitancia térmica sean, en principio, mayores a los planteados por la OGUC.

Se requiere que los procesos de certificación y todos los indicadores y factores de uso en ello sean normados. De modo que no existan dobles interpretaciones y se estandaricen los requerimientos de los usuarios,

entre otros. Esto permitirá una comparación del comportamiento energético fidedigno entre dos diseños habitacionales (edificio de estudio y de referencia) bajo iguales condiciones climáticas. Frente a esto, Chile carece de indicadores que permitan estandarizar las certificaciones como, por ejemplo, se desconocen los coeficientes de paso a energía primaria y a emisiones de CO₂ al ambiente bajo el contexto de la realidad nacional. Esto, en lo que respecta al ciclo de vida de la energía, a saber: en la generación, transmisión y distribución de la energía. Asimismo, se desconocen cuáles son los tipos de sistemas, las fuentes de energía y los rendimientos habituales de las distintas instalaciones domiciliarias que permitan estimar rendimientos promedios en instalaciones nacionales.

Los administradores de edificios en Chile desconocen los consumos totales de energía en sus edificios. Sin embargo, tienen registro de los gastos promedios mensuales de dichos consumos, los que permiten evaluar económicamente mejoras en eficiencia energética. Esto considerando que entre el 30% y el 50% del presupuesto anual de una comunidad de propietarios corresponden al uso de energía. Abriendo, de este modo, nuevas oportunidades de negocio inmobiliario, igualmente, para el caso de los programas de ahorro de energía y programas de mejoramiento continuo en el uso de la energía a partir de las auditorías y certificaciones energéticas respectivamente.

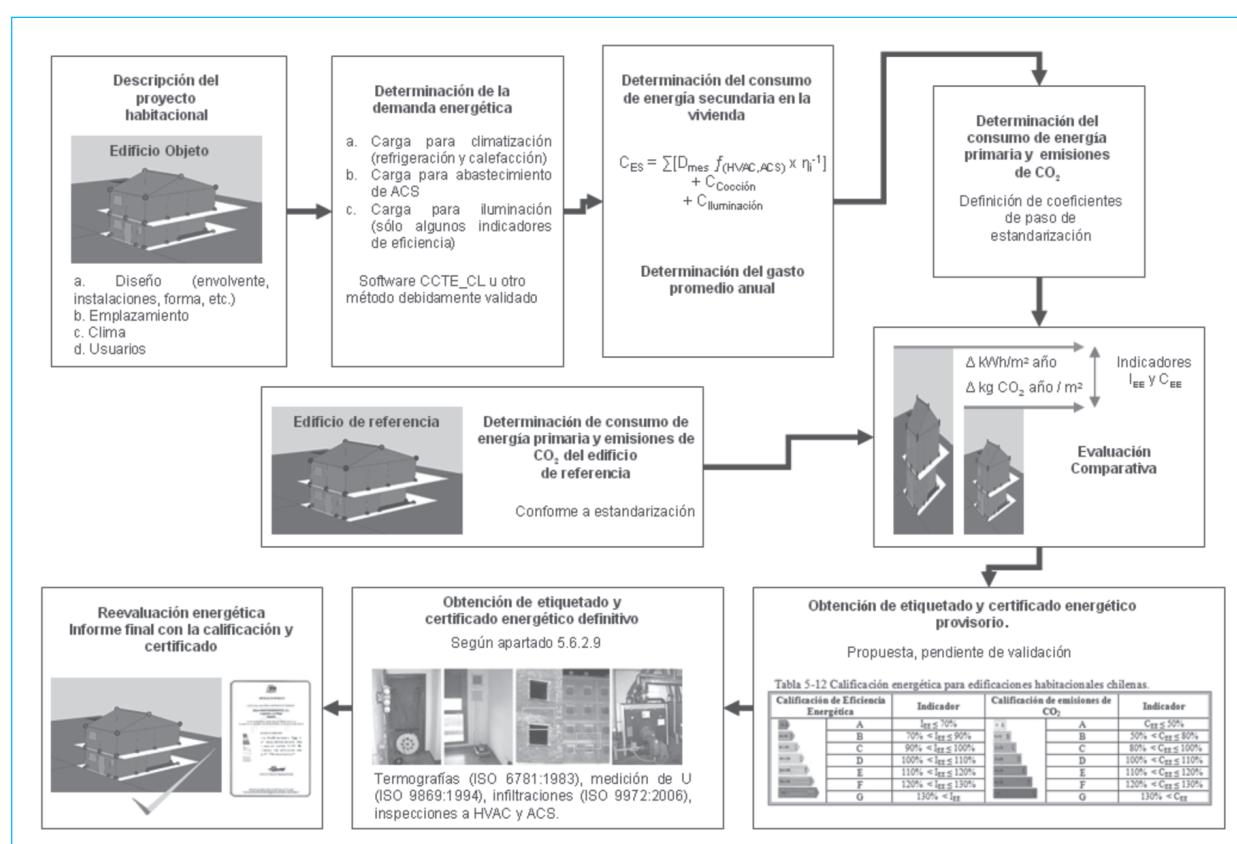
Chile no cuenta con normativas explícitas sobre eficiencia energética en edificios, sin embargo, hay tendencias claras al mejoramiento. Por una parte, el Instituto Nacional de Normalización ha regulado para esta tarea un conjunto de normas asociadas al etiquetado y certificación de la eficiencia energética de electrodomésticos, equipos e iluminarias, así como también la estandarización de la terminología de los diseños ambientales de edificios eficientes energéticamente (NCh3149 Of.2008). Por otra parte, el Programa País de Eficiencia Energética, CDT y la CNE también han hecho aportes a este quehacer. Así, la promulgación ley 20.257 en el *Diario Oficial* el 1 de abril de 2008 que modifica la Ley General de Servicios Eléctricos, pretende crear incentivos para la generación de energía mediante fuentes renovables no convencionales y, con ello, acelerar el desarrollo del mercado de estas tecnologías y la eficiencia energética nacional. Asimismo, con la promulgación de la ley sobre subsidios a colectores solares térmicos en viviendas. Abriendo nuevos desafíos y oportunidades de negocio y desarrollo profesional en el ámbito del diseño y la construcción habitacional.

La metodología de certificación propuesta, al estandarizarse para estudios a edificios habitacionales,

claramente definirá la eficiencia de dichas construcciones y la posibilidad de una comparación fidedigna entre ellas. También, para condiciones climáticas disímiles, los requerimientos del diseño a edificios más exigidos. Por ende, la búsqueda de aumentos en los rendimientos de las instalaciones, la reducción de las demandas y pérdidas de energía calórica, la minimización de los gastos energéticos, la integración de ERNC y la optimización de las características ocupacionales, serán los modos para la obtención de una buena calificación de eficiencia energética. Ahora bien, hay que recalcar que dos edificios podrán tener igual calificación de eficiencia energética. Sin embargo, la gestión en el uso de la energía y las características de equipamiento y uso de las viviendas, juegan un papel importante en la disminución de los gastos energéticos mensuales. Bastará con recordar que el uso de energía eléctrica en bandas horarias

distintas podrá significar ahorros considerables de gastos en energía. Los sistemas de domótica o HEMS permitirán gestionar el uso de la energía en los hogares y, con ello, hacer más eficientes las viviendas. Por consiguiente, deberá destacarse la integración de estos sistemas a las viviendas en los informes de certificación, información validada con los respectivos respaldos técnicos y programas de mantenimientos exigidos a los proveedores e instaladores de los sistemas. La figura 4 resume el proceso de certificación propuesto, cuyos resultados en kWh/m² año de energía primaria consumida y kg CO₂ año/m² de emisiones al ambiente permitirán calificar las edificaciones nacionales, pero en ningún caso serán valores representativos de los consumos y emisiones en viviendas chilenas, puesto que los coeficientes de paso y otros indicadores, son tomados de la realidad de otros países, en especial, España.

Figura 4 Propuesta de Metodología de Certificación
Fuente: Elaboración Propia



Referencias

1. ALTERNATIVE COOLING TECHNIQUES FOR BUILDINGS, M. Santamouris Group Building Environmental Studies, Physics Department, University of Athens, Greece. SET 2007.
2. CNE. *Balance Energético 2007* [En línea]: Balances Energéticos. [Fecha de consulta: 22 junio 2009].
3. [https://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?Category ID=19](https://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19)
4. <http://www.breeam.org/>
5. <http://www.cerqual.fr/>
6. REY, Francisco y VELASCO, Eloy. Eficiencia energética en edificios. Madrid, Thomson Editores Spain. 2006.
7. REY, Francisco y VELASCO, Eloy. Eficiencia energética en edificios. Madrid, Thomson Editores Spain. 2006. p. 12
8. GARCIA, Fernando. Ahorro y eficiencia energética en la edificación. En: Formación sobre energía inteligente para asesores de las cámaras de comercio. Madrid, España, IDAE - Departamento de doméstico y edificios, Madrid. 2009. y U.S. Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE). [En línea]: Information resources. Octubre 2008. [Fecha de consulta: 22 junio 2009]. Disponible en: <http://www1.eere.energy.gov/consumer/tips/pdfs/energy_savers.pdf>.
9. CEDOM, Asociación española de domótica. Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda. España, AENOR, 2008. 22p
10. INE. Energía [En línea]: Documentos 2008. [Fecha de consulta: 10 julio 2009]. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/sala_prensa/archivo_documentos/enfoques/2008/septiembre/energia_pag.pdf
11. BUSTAMANTE, Waldo, Estudio de comportamiento térmico viviendas en diferentes ciudades de Chile. Revista de la Construcción vol 3. pp. 62-72. 2004