

# MODELO PARA EL CÁLCULO SIMPLIFICADO DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DE LAS VIVIENDAS EN EUROPA

*Claro Ponce, José Carlos*

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Universidad de Sevilla*

*Avda. Reina Mercedes, 4 A. CP. 41012. Sevilla.*

*C/ Martínez Montañés Nº9-3ºC. CP. 41702.*

*Dos Hermanas. Sevilla*

*e-mail: [jclaro@us.es](mailto:jclaro@us.es)*

## RESUMEN

La finalidad del trabajo es poder obtener una herramienta que permita a un ciudadano autoevaluar, de una forma estimativa, su vivienda desde el punto de vista de las emisiones de CO<sub>2</sub> que produzca con el uso de la misma.

Para ello, se crea una batería de preguntas, partiendo de una encuesta inicial, la cual se analiza y adapta a un vocabulario no técnico, y posteriormente, se traducen las respuestas a emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Palabras Clave:** Eficiencia, sostenibilidad, emisiones de CO<sub>2</sub>, climatización y demanda energética.

## 1. Introducción

El descenso de las emisiones de CO<sub>2</sub>, vinculado al uso responsable de los recursos energéticos, forma parte de los principales objetivos marcados en las agendas de los más altos representantes de la sociedad mundial. La falta de concienciación y en muchas de las ocasiones la falta de conocimiento hacen que una de las partes implicadas en el problema, los usuarios de las viviendas, que consumen cerca del 90% de la energía, no participen en el cambio de rumbo.

Veamos, en primer lugar, distintos indicadores y procedimientos para evaluar la eficiencia energética de los edificios.

Así podemos destacar en Francia, el procedimiento de cálculo de la eficiencia energética se denomina Procedimiento "HQE (Haute Qualité Environnemental) Alta Calidad Ambiental", que define catorce indicadores que permiten determinar la demanda energética y emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el edificio.

Tres de estos indicadores pertenecen al ámbito de la Ecoconstrucción, en las que se analiza la relación del edificio con el entorno, la elección integral del procedimiento constructivo y los materiales.:

- La energía
- El agua
- El residuo

Otro ámbito analizado es el confort, a través de indicadores como el confort higrotérmico, acústico, visual y el olfativo.

Por último estudia los parámetros de Salud del edificio, las condiciones sanitarias, la calidad del aire y la calidad del agua.

Se crean tres procedimientos que analizan el funcionamiento energético de los edificios en función de su tipología y uso:

- Certificación NF Edificios son Terciarios - HQE
- Certificación NF Casa Individual - HQE
- Certificación NF Apartamentos – HQE

En Alemania, la certificación energética de edificios es obligatoria desde 1995, ya que se incorpora a la normativa sobre aislamiento térmico, para los edificios de nueva construcción. Actualmente existen hasta 30 certificados energéticos distintos, correspondientes a las diferentes regiones germanas.

La normativa actual de aplicación y obligado cumplimiento se denominan EnEG (Energiespargesetz o ley sobre ahorro energético) y EnEV (Energiesparverordnung u ordenanza sobre ahorro Energético del 2002) [ref 1]. Como resultado de la certificación se obtiene un pasaporte energético, obligatorio de formato único como síntesis de los 30 certificados energéticos regionales existentes, cuya duración se establece en 10 años. Para la obtención del certificado se establecen dos métodos: **sencillo** en proyectos a partir de unos valores tabulados (fase de proyecto).

**complejo** para el parque de edificios existentes y construido a partir de toma de datos in situ durante y al terminar la construcción (fase de ejecución).

Se emplean para el cálculo que permite obtener el certificado herramientas informática certificadas por DENA [ref 2]., que analizan y aportan un indicador final de consumo de energía primaria en KWh/m<sup>2</sup>. Además el pasaporte incorpora valores parciales de pérdidas energéticas en la envolvente del edificio pérdidas energéticas en los sistemas activos y emisiones CO<sub>2</sub>.

La herramienta, aporta medidas (consejos) de mejora del sistema constructivo y de los sistemas de climatización del edificio, que mejorarían la calificación energética del edificio certificado.

Reino Unido es uno de los países de la Unión Europea que antes impuso el proceso de certificación energética, en 1995, a edificios de nueva construcción. Su primer sistema de calificación se denominó SAP [ref 3]. Dicho sistema evaluaba de 1 a 100, de menor a mayor calidad energética. Se considera una alta calidad energética a partir de una calificación de 80. La información que nos aporta esta clasificación se basa en el coste anual de energía para calefacción y agua caliente sanitaria.

Con el paso del tiempo apareció EPC (Energy Performance Certificates), el cual evaluaba el uso de la energía en el hogar y las emisiones de dióxido de carbono emitiendo los siguientes resultados:

- Informe de recomendación con sugerencias para reducir el consumo energético y las emisiones CO<sub>2</sub>.
- Recomendaciones detalladas que muestran lo que podría hacer para ayudar a reducir la cantidad de energía que utiliza.
- Calificación alfabética que va de la G a la A, siendo la A la mejor calificación y G la peor posible.

En esta clasificación no se valora la localización del edificio, su climatología, ni consumos de iluminación y electrodomésticos.

En paralelo, la Unión Europea desarrolla su estrategia energética, que desemboca en el año 2002 con la aprobación de la Directiva Europea 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios. La Directiva europea 2002/91/CE hace cumplir los compromisos adquiridos en el protocolo de de Kyoto de reducir el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Centralizándose en España, el camino que marcó la Directiva Europea se ha trasladado de diversas formas, tal y como se recoge en la figura 1.

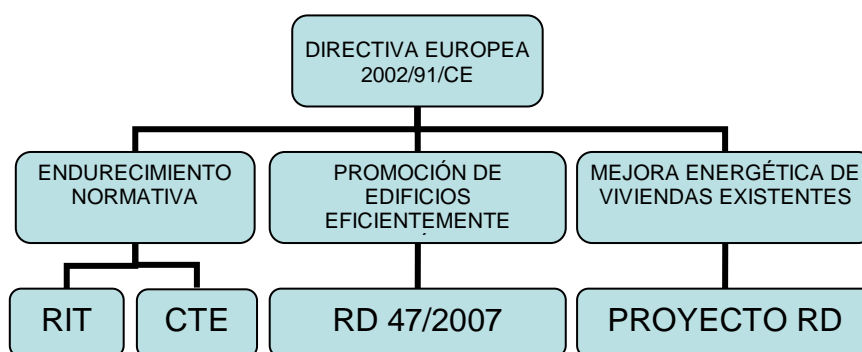


Figura 1. Normativa española. Transposición de la Directiva Europea.

El endurecimiento de la normativa energética se produce en España en el 2006 con la aparición del CTE (Código Técnico de la Edificación), que incorpora novedades en este campo, aislamiento, empleo de fuentes renovables, eficiencia energética de las instalaciones térmicas (RITE), y de los edificios. En el año 2007 aparece el Real Decreto para la calificación energética, el RD 47/2007, que define el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Como proyecto pendiente, queda la aprobación del Real Decreto para la calificación de edificios existentes, que a la entrada en vigor, no esté incluidos en el ámbito de aplicación del artículo 2 del Real Decreto 47/2007.

Para el desarrollo de las políticas europeas de eficiencia energética, la Unión Europea, a través del programa de INTERREG IVC [ref 4]., ha planteado una convocatoria específica denominada POWER (Low Carbon Economies). De dicha convocatoria surge el proyecto TRISCO, dentro de la línea temática TRISCO es un proyecto europeo que pretende reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el uso de la vivienda, modificando la conducta del usuario de la misma. Se desarrolla entre Julio de 2009 y Septiembre de 2011.

Las organizaciones participantes son las siguientes:

- The Environment Centre (Reino Unido)
- Universidad de Sevilla
- ACER Reggio Emilia (Italia)
- Stichting Brabantse Milieufederatie (Holanda)
- Viimsi Vallavalitsus Viimsi Rural Municipality (Estonia)
- Municipality of Gotland (Suecia)

La Universidad de Sevilla está representada en el proyecto a través de la ETS Ingeniería de la Edificación de Sevilla. La tarea principal de la Universidad de Sevilla es, partiendo de un modelo de encuesta que analiza la vivienda y su uso, (aportada por el socio principal), revisar y modificar el contenido de la misma, para realizar una herramienta que permita la autoevaluación de la vivienda obteniendo valores de emisiones de CO<sub>2</sub> y consumos energéticos.

### *Materiales y métodos.*

La herramienta de partida del proyecto es una encuesta realizada en el Reino Unido, con 24 preguntas, en las que se recogen datos sobre situación social, tipología constructiva y características de las instalaciones, ver figura 2. Actualmente para asignar subvenciones, en grupos con bajos recursos económicos.

En las preguntas de la encuesta se encuentran recogidos datos suficientes para calcular de forma aproximada la demanda energética y emisiones de CO2 esperada y también predecir los posibles ahorros con cambios físicos en la vivienda o mediante el cambio de comportamiento.

Para poder transformar la encuesta en una herramienta de evaluación el Real Decreto 47/2007 para la Certificación de Edificios de Nueva Construcción [ref 5], que como se ha comentado con anterioridad, desarrolla el proceso para calificar las viviendas así como las posibles herramientas que se pueden utilizar para su cumplimiento. Dentro de estas herramientas están los programas informáticos LIDER [ref 6]., CALENER VYP[ref 7]., Calener GT [ref 8]. y el método simplificado de cálculo CE2. [ref 9]

El objetivo de las herramientas nombradas es definir la envolvente del edificio para simular el comportamiento de los materiales utilizados y las instalaciones aplicadas.

En el caso particular de LIDER (limitación de demanda energética), nos encontramos que es un programa informático que forma parte de los documentos reconocidos de Código Técnico de la Edificación, que posibilita calcular el cumplimiento o no cumplimiento del Documento Básico de Ahorro Energético (DB HE), mediante la comparación del edificio estudiado con otro edificio de las mismas características que el edificio anterior, pero cumpliendo las exigencias mínimas que establece el CTE (Código Técnico de la Edificación). El cumplimiento se alcanza cuando la demanda energética del primero es inferior a la del segundo. El no cumplimiento requiere modificaciones del edificio en estudio.

The Environment Centre (IEC) is a local charity which provides free, impartial advice to local residents who want to reduce their use of energy. In the current economic climate IEC would like to make sure that energy bills are the lowest possible for residents.

By completing the following questions IEC can estimate how energy efficient your home is and if required advise you of the free funding and support available to make your home cost less to heat. Your personal details will be kept totally confidential and the information supplied only used to help us improve your home (for details see the end of this questionnaire).

Please tick one box for each question

1. Is a member of your household in receipt of benefits? Yes  No

2. Are you or any one in your household over 60 years old? Yes  No

3. Do you? Rent from a housing association  Rent from the Council  Rent privately  Own/buying on mortgage  Tied house/other

4. What Council Tax Band is your home in? A  B  C  D  E  F  G  H

5. What is your property type? House  Bungalow  Flat  Maisonette

6. What type of house do you live in? Detached  Semi-detached  Mid-terraced  End-terraced

7. In what year was your home built? Before 1900  1900-1929  1930-1949  1950-1965  1966-1974   
1975-1981  1982-1990  1991-1995  1996-2002  After 2002

8. How many rooms (bed, living and dining) do you have? (include hall, stairs and landing as one room)  
Number of rooms

9. How many storeys does the property have? (for flats and maisonettes only include your home not the whole block) 1  2  3  4+

10. Is your flat: Purpose built block (up to 5 storeys)  Part of converted house   
Tower block (6 storeys or more)  Above shop or office

11. Where is your flat positioned in the building? Basement  Ground floor  Mid floor  Top floor

12. What is your main wall type? Stone  Uninsulated cavity  Solid Brick  Insulated cavity  Timber frame  Other

13. How much loft insulation do you have? None  Don't know/No access  Up to 50mm (2")  100mm (4")   
150mm (6")  200mm (8")  250mm (10")  300mm (12")+

14. How much of the property is double glazed? None  Some (25%)  About half (50%)  Most (75%)  All (100%)

15. How many of your lights have low energy light bulbs fitted? None  Some  All

16. What is the main fuel used to heat your property? Mains gas  Bottled gas (cylinders)  Electricity (not off peak)  Anthracite nuts/grains   
Bulk LPG  House coal  Off peak electricity  Wood  Oil  Smokeless fuel

17. What is the main heating system? Boiler supplying radiators  Community heating  Boiler supplying underfloor heating   
Storage heaters  Ceiling heaters  Rooms heaters  Warm air

Figura 2. Encuesta de partida Reino Unido (página 1)

18. When was your boiler installed? 1997 or earlier  During or after 1998

19. What type of boiler does your property have? Combination  Normal (with hot water tank)  Back boiler   
Condensing combination  Condensing (with hot water tank)

20. What type of storage heaters are there? Old (large volume heaters)  Modern (slim line heaters)   
Convactor storage heaters  Fan assisted storage heaters

21. What type of room heaters are there? Closed room heater/stove  Electric heaters  Open fire   
Decorative gas fire in open fireplace  Open fire with back boiler (supplying hot water only)   
Closed room heater with back boiler (supplying hot water only)  Standard gas fire   
Gas fire with back boiler (supplying hot water cylinder only)

22. How is your hot water usually heated? From main heating system  Back boiler  From secondary heating  Solar   
Gas water heater to more than one sink (multi point)  Gas water heater over single sink (single point)   
Electric immersion off peak  Electric immersion on peak  Instant electric water heating

23. What type of hot water cylinder insulation do you have? None  Thick jacket  Thin jacket  Solid foam

24. Have you installed any of the following in the last 12 months? (please tick all those applicable)  
Loft insulation No  If yes, how much? 2"150mm  4"100mm  6"150mm  8"1200mm   
Cavity wall insulation  Draughtproofing  Double-glazing  Solar electricity  Wind turbine   
Hot water tank jacket  New boiler  Ground source heat pump  Solar water heating  Biomass

25. Did you change your heating system in the last 12 months? No  If yes, what was it previously? Central heating  Warm air system   
Communal system  Room heaters/fires  Storage heaters  Other

26. Did you change your heating fuel in the last 12 months? No  If yes, what was it previously? Main gas  On peak electricity   
Bottled gas  Economy 7 electricity  Coal  Oil  Other

If you have any questions about this questionnaire or how you can save energy and what grants are available to you please specify below. Kindly provide your name and address in the space provided below so that we can reply to you:

Name.....Telephone (optional).....

Address.....Postcode.....

If you would like us to send you an energy assessment and recommendations for your home please tick this box

**How to return your questionnaire**

You can post it back to us free of charge, no stamp required, using the FREEPOST envelope supplied or if you have lost the envelope please send it back (no stamp required) to  
The Environment Centre IEC, FREEPOST SO4875, Southampton SO15 2RA or  
call us on FREEPHONE 0800 804 8601 where we will be happy to complete the form for you or answer any of your questions

Thank you for your assistance  
Christine Watkins, Chief Executive, chris.watkins@environmentcentre.com  
the Environment Centre (IEC), Registered office, 14-15 Brunswick Place, Southampton SO15 2AQ  
tel: 023 9233 6172 website: www.environmentcentre.com Registered Charity in England and Wales No. 1021482

Under the Data Protection Act, the Environment Centre (registered No. 27631847) guarantees your personal details will be kept totally confidential, and under NO circumstances will be used by us, or passed on to any other organisation to be used for any other purpose than stated above.

Figura 2. Encuesta de partida Reino Unido (página 2)

CALENER VYP, usado para obtener la calificación en edificios destinados a viviendas y a pequeño y mediano terciario. CALENER VYP, simula el edificio y sus instalaciones mediante un motor de cálculo desarrollado por la Universidad de Sevilla. En los edificios de vivienda no interviene en el cálculo de la calificación energética la iluminación. CALENER GT, es usado para determinar la calificación en edificios destinados a grandes terciarios. El motor de cálculo utilizado para simular las instalaciones en el programa CALENER GT es DOE 2.2. La herramienta permite incluir en los cálculos, horarios de uso, de iluminación, de instalaciones y equipos informáticos.

El uso de una herramienta u otra viene determinada por la posibilidad de simulación de los sistemas de climatización, pudiéndose simular un mayor número de instalaciones en CALENER GT.

El procedimiento de cálculo simplificado CE2, para edificios sencillos, se basa en la modificación de valores estándar en función de la zona climática, orientación, m<sup>2</sup> de huecos, aplicando factores de corrección. La aplicación de estos factores de corrección, permite determinar la calificación de edificio.

Se obtienen seis indicadores, valores parciales de la calificación. La interrelación entre valores parciales determinan un índice de eficiencia energética global. La herramienta se emplea fichas desarrolladas en el programa Excel, permiten hacer el cálculo directo aportando datos básicos de orientación y rendimiento de los sistemas de climatización.

### **Definición del edificio referencia**

En el proceso de creación del edificio o vivienda de referencia, se implantan criterios de materiales y sistemas constructivos a utilizar. Estos criterios, se basan en el uso experimentado de materiales y sistemas, facilitando de esta manera, la obtención de datos certeros sobre el comportamiento térmico de los mismos. Con estos criterios, se define el edificio o vivienda de referencia, con características técnicas tradicionales españolas.

La obtención de las dimensiones medias del edificio en estudio, se realizar mediante el análisis de las publicaciones realizadas en el Instituto Nacional de Estadística [ref 10].

Para la elección de la ubicación del edificio, se toma como Comunidad Autónoma de referencia a Andalucía y dentro de esta comunidad se toma como Ciudad de referencia Málaga, por tener una Severidad Climática de Invierno y Verano media respecto al panorama español que nos permite obtener unos parámetros de demanda energética que representan la media española.

Se determina una orientación sur por ser la más desfavorable para la fachada principal.

## Metodología

### 1º Análisis de la encuesta y obtención de datos

En la primera etapa del trabajo se analiza la encuesta por puntos para determinar cuáles de las cuestiones propuestas necesitan ser adaptadas al panorama europeo, así como determinar de qué preguntas se pueden obtener datos de emisiones de CO<sub>2</sub> o consumos energéticos.

En segundo lugar se estudian las diferentes composiciones de la envolvente de los edificios en función de la edad de los mismos. De estos datos se obtienen unos parámetros de referencia que nos permiten comparar la demanda energética de los edificios estudiados, obteniendo factores de corrección.

Para las emisiones de CO<sub>2</sub>, el procedimiento se basa en comparar los equipos existentes para calefacción o refrigeración los edificios. Se obtienen los rendimientos de los equipos, así como coeficientes de eficiencia energética. De estos datos se obtienen los parámetros que servirán de referencia para obtener los factores de corrección. Los factores de corrección obtenidos se asocian a las diferentes respuestas de la encuesta. Estos factores de corrección actúan sobre los parámetros consensuados como de referencia.

### 2º Cálculo de la superficie media de viviendas

En función de la vivienda su demanda, va a variar, aumentando cuanto mayor sea su superficie.

Por lo tanto se ve necesario calcular los m<sup>2</sup> estimados por vivienda. En la encuesta se pregunta el número de dormitorios que tiene la vivienda.

Para ello nos basamos en los m<sup>2</sup> medios por número de habitaciones obtenidos del Instituto Nacional de Estadística (INE). De esta fuente se obtiene una media de 20 m<sup>2</sup> por dormitorio o estancia y una media de 100 m<sup>2</sup> (99,19 m<sup>2</sup>) por vivienda.

Tras obtener estos resultados se calcula la demanda energética media (en función de los m<sup>2</sup>) del edificio tipo español, así como los porcentajes de aplicación a calefacción, refrigeración, iluminación y ACS.

### 3º Calibración de datos de demanda energética

Una vez calculados los m<sup>2</sup> que tiene la vivienda encuestada se realizaría el cálculo de la demanda parcial por m<sup>2</sup> de la misma.

Para ello introducimos en la encuesta una pregunta que permite determinar la zona climática de la vivienda en función de las temperaturas medias y su oscilación térmica.



	Disponen de calefacción %	Primer sistema	%	Segundo sistema	%	Disponen de aire acondicionado %
<b>TOTAL</b>	<b>70,3</b>	Gas	32,3	Eléctrico	18,6	35,5
Andalucía	43,1	Eléctrico	23,5	Bomba de calor	3,8	57,4
Aragón	92,0	Gas	41,8	Gasóleo	32,8	37,4
Asturias (Principado de)	84,9	Gas	50,4	Eléctrico	17,5	0,4
Baleares (Illes)	88,1	Eléctrico	46,9	Gas	18,6	46,1
Canarias	2,7	Eléctrico	1,6	-	-	6,3
Cantabria	76,9	Gas	52,4	Eléctrico	13,1	0,7
Castilla y León	90,8	Gas	39,2	Gasóleo	32,3	3,3
Castilla-La Mancha	86,2	Gasóleo	38,3	Gas	27,6	36,2
Cataluña	76,0	Gas	48,3	Eléctrico	15,4	36,1
Comunitat Valenciana	61,1	Eléctrico	23,9	Bomba de calor	20,8	54,5
Extremadura	79,7	Eléctrico	28,3	Gas	23,7	58,0
Galicia	59,9	Gasóleo	24,6	Gas	17,0	1,0
Madrid (Comunidad de)	90,4	Gas	66,4	Eléctrico	15,6	43,5
Murcia (Región de)	87,6	Eléctrico	40,6	Bomba de calor	28,1	63,9
Navarra (Comunidad Foral de)	94,6	Gas	57,2	Gasóleo	28,7	11,4
País Vasco	89,9	Gas	57,2	Eléctrico	22,0	1,7
Rioja (La)	97,2	Gas	53,2	Gasóleo	33,6	13,3
Ceuta y Melilla	20,6	Bomba de calor	4,6	Eléctrico	2,3	27,6

Tabla 3. Principales sistemas de calefacción utilizados en España, por provincias. Año 2008. Fuente INE.

Así mismo, partiendo de la tabla 3, se analiza el uso de sistemas de calefacción y refrigeración de las diferentes zonas de España. La tabla 4 se obtiene directamente, asignando los valores de las ciudades que cumplen con las características térmicas de la provincia. Hay que tener en cuenta que parte de la viviendas encuestadas no utilizaban sistemas de climatización

Provincia	T <sup>a</sup>	% Calefacción	%Refrigeración	No C/R
Cantabria	-5/15°C	76,9	0,07	23,03
Galicia	-1/22°C	59,9	1,00	39,10
Andalucía	0/35°C	43,00	57,00	0
Canarias	19/30°C	2,70	6,30	91

Tabla 4. Porcentaje de uso de sistemas de climatización

Si obtenemos el porcentaje de uso de calefacción frente al de refrigeración, se obtiene la tabla 5.

T <sup>a</sup>	%Calefacción	%Refrigeración
-5/15°C	99	1
-1/22°C	98	2
0/35°C	43	57
19/30°C	30	70

Tabla 5. Porcentaje de uso de sistemas de calefacción frente a refrigeración.

De la tabla 5 se obtienen los porcentajes de uso de los diferentes sistemas de climatización en función de la zona climática.

Partiendo de la tabla y los datos obtenidos de la INE, ver tabla 6, se obtienen las demandas energéticas de las viviendas estudiadas en función de su ubicación. Para calefacción y refrigeración hay un consumo medio de 53,71 kW/año/m<sup>2</sup>, lo que supone algo más del 60% del consumo energético de la vivienda. En iluminación y agua caliente sanitaria hay un consumo medio de 8,95 kW/año/m<sup>2</sup> y 25,58 kW/año/m<sup>2</sup>, respectivamente.

Tipo	KW año/m2	%
Calefacción		
Refrigeración	53,71	60,87
Iluminación	8,95	10,14
ACS	25,58	28,99

Tabla 6. Consumos energéticos en España 2004. Fuente INE.

Una vez obtenidos los datos de consumo energéticos en función de la zona climática, se analiza el consumo de las viviendas en función de su ubicación dentro del edificio, nº de planta, tipos de locales medianeros etc.

Para realizar ese estudio, nos ayudamos de la herramienta LIDER. La simulación de este programa consiste en comparar el edificio en estudio, denominado "objeto", con el edificio de "referencia", el cual tiene las mismas características, situación y orientación, con la única diferencia de que este cumple con los valores límites exigidos en el Código Técnico de la Edificación. Sabiendo que los valores que se obtienen de LIDER, son porcentajes referidos al edificio de referencia comenzamos con los ejemplos. Se realizan varios ensayos con viviendas situadas en diferentes localidades nacionales.

#### 4º Cálculo de indicadores o factores de corrección

Los factores de corrección aumentan o disminuye la demanda dependiendo de si las características del edificio en estudio sea mejor o peor desde el punto de vista del consumo energético.

Poniendo como ejemplo la diversidad de cerramientos, pregunta 12 del cuestionario, que podemos utilizar y que se recogen dentro de las respuestas de la encuesta, en la tabla 11, se aprecia como el valor 1, se le asigna al cerramiento utilizado para el edificio de referencia y el resto se pondera en función de la mejora o empeoramiento de su transmitancia. El factor se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Factor} = U_{\text{material}} / U_{\text{referencia}}$$

Ejemplo

$$\text{Factor Piedra} = 1,40 / 1,84 = 0,76$$

Material	U (W/m2K)	Factor
Piedra (0,50 m)	1,40	0,76
Cerramiento cámara ventilada (0,25 m)	2,20	1,20
Ladrillo macizo(0,25 m)	2,52	1,36
Cerramiento cámara sin ventilar(0,25 m)	1,84	1,00
Madera(0,15 m)	1,20	0,65
Otros	1,40	1,36

Tabla 11. Valores de transmitancia.

#### 5º Transformación de demanda en CO2.

Se analizan los datos correspondientes al módulo de preguntas que se representan la obtención de combustibles energéticos utilizados para cubrir las diferentes demandas que tiene el edificio en estudio.

Los valores correspondientes a emisiones de CO<sub>2</sub> se obtienen tras aplicar una emisión de traducción a la demanda energética parcial, en función de los combustibles usados en cada apartado, ver tabla 12.

Según el combustible utilizado para calentar la vivienda, las emisiones de CO<sub>2</sub>, serán mayores o inferiores. Para determinar estas emisiones se toman los combustibles a utilizar y mediante la tabla 3 datos obtenidos del Informe Inventarios GEI 1990-2004 (mayo 2006) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino [ref 11], se obtiene la conversión de TCO<sub>2</sub>/TJ a emisiones de CO<sub>2</sub> en KgCO<sub>2</sub>/KWh. Estos valores son los factores de repercusión que afectan directamente a las emisiones de CO<sub>2</sub>. La emisión de CO<sub>2</sub> de la electricidad se obtiene a través del informe realizado por una empresa nacional de suministro de energía eléctrica[ref 12].

Combustible	Emisiones KgCO <sub>2</sub> /KWh
Gas Natural	0,2463
Electricidad	0,3700
Antracita	0,4315
GLP	02770
Carbón	0,4442
Madera	0,0000
Gasoil	0,3253
Sin humos	0,0000

Tabla 12. Conversión de datos obtenidos en el *Informe Inventarios GEI 1990-2004 (mayo 2006)*. Ministerio de medio ambiente y medio rural marino.

El dato correspondiente a las emisiones totales se obtiene sumando las parciales correspondientes a calefacción, refrigeración, iluminación y ACS.

## Resultados

Podemos observar un resultado tipo de una encuesta en la tabla 1, aplicado a una vivienda con las siguientes características:

- Unos 20 años de antigüedad.
- Envoltente, citara de ladrillo, cámara sin ventilar y tabique.
- Carpintería con vidrio doble.
- Calefacción y refrigeración mediante split.
- Agua caliente sanitaria a gas, sin apoyo de energía solar.
- Bombillas incandescentes

### CONSUMOS PARCIALES AÑO

REFRIGERACIÓN	4033,82 KWh
CALEFACCIÓN	3964,70 KWh
ILUMINACIÓN	859,20 KWh
Acs	3192,38 KWh

### EMISIONES PARCIALES AÑO

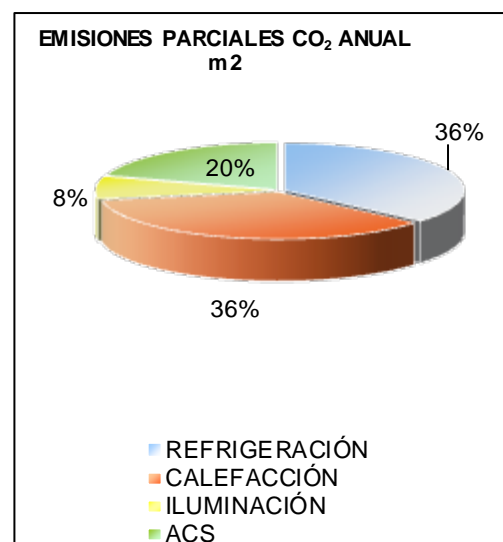
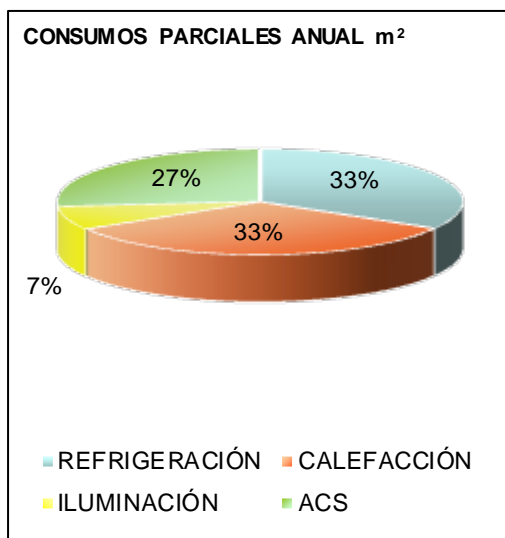
REFRIGERACIÓN	1492,51 kgCO <sub>2</sub>
CALEFACCIÓN	1466,94 kgCO <sub>2</sub>
ILUMINACIÓN	317,90 kgCO <sub>2</sub>
Acs	825,60 kgCO <sub>2</sub>

### CONSUMOS PARCIALES AÑO por m<sup>2</sup>

REFRIGERACIÓN	42,02 KWh/m <sup>2</sup>
CALEFACCIÓN	41,30 KWh/m <sup>2</sup>
ILUMINACIÓN	8,95 KWh/m <sup>2</sup>
Acs	33,25 KWh/m <sup>2</sup>

### EMISIONES PARCIALES AÑO por m<sup>2</sup>

REFRIGERACIÓN	15,55 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
CALEFACCIÓN	15,28 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
ILUMINACIÓN	3,31 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
Acs	8,60 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>



### EMISIONES TOTALES

año	4102,95 KgCO <sub>2</sub>
m <sup>2</sup>	42,74 KgCO <sub>2</sub>

Figura 3. Representación gráfica de resultados totales y parciales de consumos energéticos y emisiones de CO<sub>2</sub>

## Conclusión

La dificultad de encontrar datos reales de emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas directamente por cada equipo o material, han obstaculizado desde un principio la posibilidad de crear una herramienta encuesta que permita calcular la emisión de CO<sub>2</sub>, por cada cuestión o pregunta. Por otro lado, la adaptación al lenguaje del usuario, dificulta la obtención de datos técnicos que permitan mejorar la estimación.

La herramienta se basa, por lo tanto, en unos parámetros consensuados como medios, los cuales se van ponderando en función de las respuestas obtenidas de la encuesta. Los datos obtenidos se comparan con los datos que lanza el programa CALENER.

Al tratarse la encuesta de una herramienta simplificada, a nivel usuario, y CALENER un programa de cálculo específico para técnicos, la estimación que hace el programa encuesta, resulta lo suficientemente adecuada para informar al usuario, que en este caso es lo que se pretende, aun cuando nos podemos encontrar con desviaciones en los resultados del +-15 % en los datos más favorables y del +-30% en los más desfavorables.

### *. Agradecimientos*

Agradecemos a la Comisión Europea la financiación del presente trabajo, a través del proyecto Transition Island Communities: Empowering Localities to Act (TrIsCo) dentro del programa INTERREG IVC, en la convocatoria POWER (Low Carbon Economies).

## Bibliografía.

- [1] Real Decreto 1027/2007 Reglamento de Instalaciones Térmicas (Julio 2007)
- [2] For the development of European energy policies, the European Union through the POWER (Low Carbon Economies) INTERREG IVC Programme
- [3] Real Decreto 47/2007 por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. (enero 2007)
- [4] Documento Reconocido. Método simplificado LIDER (2008). Ministerio de Vivienda.
- [5] Documento Reconocido. Método simplificado CALENER VYP (2008). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- [6] Documento Reconocido. Método simplificado CALENER GT (2008). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- [7] Documento Reconocido. Método simplificadoCE2 (2010). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- [8].Spanish Institute of Statistics. [www.ine.es](http://www.ine.es)
- [9].Ministry of Development, Building and Housing in Andalusia, have been used. The statistical data are based on the building permits granted by city councils from 1994 to 2003
- [10] Catálogo de elementos constructivos del CTE (marzo 2010). Ministerio de Vivienda.
- [11] Informe Inventarios GEI 1990-2004 (mayo 2006).Ministerio de medio ambiente y medio rural marino
- [12] Información sobre su electricidad (2009). ENDESA