



# **NORMATIVA ESPAÑOLA Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN DEPARTAMENTO MODELO EN LA CIUDAD DE QUITO**

**[\*] Edgar Alexis Martínez Sarmiento, [\*\*] María Manuela Prieto, [\*\*] Daniel Gonzales Prieto**  
**[\*] Alumno; [\*\*] Tutor(es)**  
[uo261015@uniovi.es](mailto:uo261015@uniovi.es)

Departamento de Energía. Universidad de Oviedo.

## **RESUMEN**

El presente trabajo contiene un breve resumen acerca de la situación actual de la normativa ecuatoriana respecto a la eficiencia energética en los edificios residenciales. Se describe de una manera corta el mix energético que el país posee además de los materiales más comunes en la construcción.

Este trabajo también posee la información del estudio de climatización de un departamento modelo en la ciudad de Quito y un estudio térmico en un emplazamiento equivalente en España (Gijón). Se ha realizado una propuesta de mejora pasiva en la eficiencia energética del edificio para cumplimiento de las exigencias de la normativa española.

Finalmente, el trabajo concluye con los resultados cualitativos esperados respecto al sector de la construcción del Ecuador y su compromiso con la eficiencia energética en los diseños.

## **ABSTRACT**

The present work contains a brief summary of the current situation of the Ecuadorian regulations regarding energy efficiency in residential buildings. It is described in a short way the energy mix that the country has, and in addition, the most common materials of construction in Ecuador.

This work also has the information of the air conditioning study of a flat in the city of Quito and a thermal study of it in an equivalent location in Spain (Gijón). A proposal for passive improvement in the energy efficiency of the building for compliance to the requirements of Spanish legislation has been done.

Finally, the paper concludes with the expected qualitative results regarding to the Ecuadorian construction sector and its commitment to energy efficiency in the design of buildings.

## **INTRODUCCIÓN**

La normativa para la aplicación de la certificación energética, tanto a nivel residencial como no residencial en el Ecuador ha sido un tema que en la actualidad se encuentra en una fase inicial de desarrollo **[1]**.

En el Ecuador el 13% de la demanda energética corresponde al sector residencial ocupando el tercer lugar luego del transporte 46% y la industria 19%. El porcentaje restante se encuentra 6% en el sector comercial y servicios públicos, 1% agrícola, pesca y minería, 11% construcción y 4% en consumo propio. El 30.3% de la electricidad consumida en todo el país es del sector residencial **[2]**.

En la actualidad la normativa que rige al sector de la construcción en Ecuador se conoce como NEC (norma ecuatoriana de la construcción) en la que



se presentan en su capítulo 13 ciertos requerimientos en su mayoría cualitativos o muy permisivos en lo que se refiere a la eficiencia energética en la construcción [3].

La falta de un marco legal regulatorio ha permitido que las constructoras descuiden en gran medida la calidad de sus edificios en el ámbito energético ocasionando una construcción genérica en todo el territorio sin distinción de las diferencias climáticas existentes [3].

El 70.48% de viviendas a nivel nacional corresponde a la tipología de casas o villas donde los materiales más utilizados por el sistema constructivo son: zinc en cubierta, ladrillo o bloque en paredes y forjado cerámico o cemento en pisos. Además, la selección de materiales no toma en cuenta la habitabilidad ni el nivel de confort [4].

## MÉTODO TRABAJO

A partir de la información recopilada del departamento modelo en la ciudad de Quito, se pretende utilizar la normativa española vigente para realizar un estudio térmico utilizando software especializado.

Se ha elegido Cype debido a que es el más versátil y de fácil manejo de datos de tal manera que los datos climáticos del lugar concuerden con la latitud a la que se encuentra el emplazamiento y pueda ser comparada también con el lugar equivalente en España, Gijón.

El estudio térmico será realizado únicamente en el emplazamiento de Gijón debido a que las normativas dentro del software se encuentran definidas para España y no para Ecuador, sin embargo, si se realizará para ambos sitios el estudio de cargas térmicas.

## DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO A ESTUDIAR

El proyecto "EL CONDADO – SAN ENRIQUE DE VELASCO" de vivienda de interés social se destina a familias de profesores afiliados al FCME que presenta varias etapas en las que se ha tomado atención a los bloques multifamiliares como caso de estudio. La figura 1 muestra una

fotografía de varios de los edificios que corresponde a la tercera etapa del proyecto y una planta de un departamento modelo de uno de los bloques.

Figura 1. Fotografía de un grupo de bloques del proyecto y miniatura del plano de un departamento modelo.



La ubicación geográfica del grupo de edificios, junto con sus coordenadas, código postal y sector se puede apreciar en la figura 2.

Figura 2. Información geográfica del edificio del caso de estudio.



En la figura 2 también puede apreciarse la orientación del edificio de manera que el lado más alargado del bloque se encuentra alineado con el eje norte sur, dato que será necesario posteriormente en el software.

En cuanto al aspecto arquitectónico del departamento se ha considerado la información pertinente a los acabados y materiales de construcción utilizados en el edificio y como referencia se ha utilizado la normativa NTE INEN 2506:2009 para establecer las propiedades térmicas según los materiales de uso común en Ecuador en el sector de la construcción [5].



La tabla 1 muestra los elementos constructivos del edificio de estudio.

Tabla 1. Materiales y propiedades de los elementos constructivos del edificio de estudio.

| Suelo en contacto con el terreno |                           | e (cm) | U (W/m <sup>2</sup> K) |                             |
|----------------------------------|---------------------------|--------|------------------------|-----------------------------|
| Solera                           | Baldosas                  | 1      | 21.7                   | 1.04                        |
|                                  | Pegamento de cerámica     | 0.7    |                        |                             |
|                                  | Hormigón simple           | 20     |                        |                             |
| Fachada                          |                           | e (cm) | U (W/m <sup>2</sup> K) |                             |
| Parte ciega                      | Enlucido de cemento       | 1      | 16.5                   | 1.96                        |
|                                  | Bloque de hormigón ligero | 15     |                        |                             |
|                                  | Enlucido de cal           | 0.5    |                        |                             |
|                                  | Pintura plástica          | -      |                        |                             |
| Parte ciega con cerámica         | Enlucido de cemento       | 1      | 17                     | 1.95                        |
|                                  | Bloque de hormigón ligero | 15     |                        |                             |
|                                  | Enlucido de cal           | 0.5    |                        |                             |
|                                  | Alicatado con baldosas    | 0.5    |                        |                             |
| Cubierta                         |                           | e (cm) | U (W/m <sup>2</sup> K) |                             |
| Parte maciza                     | Pintura de caucho         | 0.05   | 20.55                  | Refrig. 3.33<br>Calef. 4.35 |
|                                  | Losa maciza               | 20     |                        |                             |
|                                  | Enlucido                  | 0.5    |                        |                             |
| Compartimentación                |                           | e (cm) | U (W/m <sup>2</sup> K) |                             |
| Vertical (Tabiques)              | Pintura plástica          | -      | 15.4                   | 1.7                         |
|                                  | Enlucido de cal           | 0.2    |                        |                             |
|                                  | Bloque de hormigón ligero | 15     |                        |                             |
|                                  | Enlucido de cal           | 0.2    |                        |                             |
| Vertical (Tabiques con baldosas) | Pintura plástica          | -      | 15.9                   | 1.69                        |
|                                  | Enlucido de cal           | 0.2    |                        |                             |
|                                  | Bloque de hormigón ligero | 15     |                        |                             |
|                                  | Enlucido                  | 0.2    |                        |                             |
| Horizontal (Entrepiso)           | Baldosas                  | 1      | 22.2                   | Refrig. 3.3<br>Calef. 2.26  |
|                                  | Pegamento de cerámica     | 0.7    |                        |                             |
|                                  | Losa maciza               | 20     |                        |                             |
|                                  | Enlucido de cal           | 0.5    |                        |                             |

En la tabla 2 se presentan para el vidrio un rango, esto es debido a que el coeficiente universal de transferencia para el material depende de un factor solar que a su vez depende de la orientación de la ventana.

Tabla 2. Materiales y propiedades de huecos.

| Huecos                       |                         | U (W/m <sup>2</sup> K) |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Puertas                      | Madera                  | 1.95                   |
| Ventanas y puertas de vidrio | Vidrio una hoja         | 5.61 - 5.64            |
|                              | Carpintería de aluminio | 5.7                    |

Cada uno de los materiales usados para combinarse y formar los elementos constructivos del edificio poseen las características de la tabla 3, también según la normativa de requisitos de

eficiencia energética en edificaciones del Ecuador antes mencionada.

Tabla 3. Propiedades térmicas relevantes de los materiales usados en la construcción según la norma NTE INEN 2506:2009.

| Material                         | $\rho$ | $\lambda$ | RT    | Cp      |
|----------------------------------|--------|-----------|-------|---------|
| Alicatado con baldosas cerámicas | 2000   | 1.349     | 0.004 | 921.096 |
| Baldosas                         | 2000   | 1.163     | 0.009 | 921.096 |
| Bloque de Hormigón Ligero        | 1300   | 0.47      | 0.322 | 921.096 |
| Enlucido Cal                     | 1600   | 0.7       | 0.007 | 962.964 |
| Enlucido Cemento                 | 1900   | 0.93      | 0.011 | 1046.7  |
| Hormigón simple                  | 2300   | 1.396     | 0.143 | 879.228 |
| Losa maciza 20 cm                | 2500   | 2.5       | 0.08  | 1000    |
| Pegamento de Cerámica            | 1900   | 0.93      | 0.008 | 1046.7  |
| Pintura de caucho                | 1500   | 0.17      | 0.003 | 1884.1  |

La tabla 4 muestra la nomenclatura utilizada para mejor entendimiento de la tabla 6.

Tabla 4. Abreviaturas utilizadas para la tabla 6.

| Abreviaturas utilizadas |                                 |    |   |
|-------------------------|---------------------------------|----|---|
| $\rho$                  | Densidad (kg/m <sup>3</sup> )   | RT | Resistencia térmica (m <sup>2</sup> ·K/W) |
| $\lambda$               | Conductividad térmica (W/(m·K)) | Cp | Calor específico (J/(kg·K))               |

Para el emplazamiento se ha encontrado según la NEC 11 que el tipo de suelo se clasifica en tipo C que corresponde a roca blanda, un parámetro a introducir dentro del software [3].

El emplazamiento originalmente es en la ciudad de Quito, Ecuador, sin embargo, para poder obtener más información calculada por el software elegido, especialmente respecto a la normativa española y sus requerimientos mínimos se ha elegido un lugar con las condiciones climáticas más cercanas a las de Quito en España dando como resultado Gijón, la ciudad con el comportamiento más aproximado como se detalla en la tabla 5.



Tabla 5. Comparación de condiciones climáticas entre los emplazamientos usados para el caso de estudio.

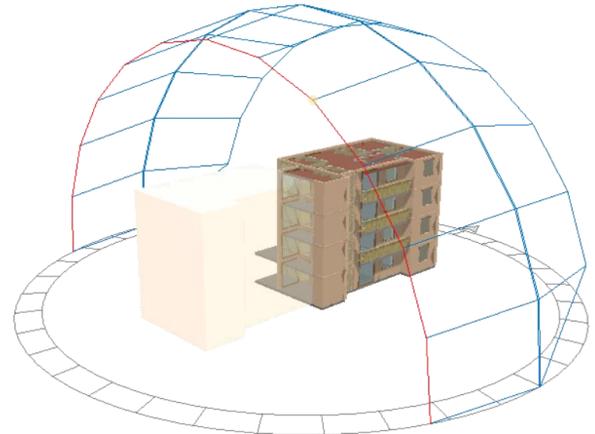
| Emplazamiento:                                       | Quito        | Gijón        |
|--|--------------|--------------|
| Latitud (grados):                                    | -0.13 grados | 43.54 grados |
| Altitud sobre el nivel del mar:                      | 2812 m       | 3 m          |
| Percentil para verano:                               |              | 5.00%        |
| Temperatura seca verano:                             | 21.10 °C     | 24.11 °C     |
| Temperatura húmeda verano:                           | 12.20 °C     | 18.60 °C     |
| Oscilación media diaria:                             | 10.2 °C      | 8.5 °C       |
| Oscilación media anual:                              | 15 °C        | 27.2 °C      |
| Temperatura exterior de diseño:                      | 7.80 °C      | 3.20 °C      |
| Temperatura exterior media anual:                    | 14.50 °C     | 14.11 °C     |
| Velocidad del viento:                                | 3.9 m/s      | 0 m/s        |
| Temperatura del terreno:                             | 13.00 °C     | 7.10 °C      |
| Porcentaje de mayoración por la orientación N:       | 20%          | 20%          |
| Porcentaje de mayoración por la orientación S:       | 0%           | 0%           |
| Porcentaje de mayoración por la orientación E:       | 10%          | 10%          |
| Porcentaje de mayoración por la orientación O:       | 10%          | 10%          |
| Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: | 3%           | 3%           |
| Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno):       | 0%           | 0%           |
| Porcentaje de mayoración de cargas (Verano):         | 0%           | 0%           |

Entre los parámetros más importantes a tomar en cuenta se encuentran las temperaturas secas y húmedas en verano, la oscilación media diaria y anual y la temperatura exterior media anual. A pesar de no ser tener las condiciones más similares al punto de presentar un error máximo del 81.3% como el caso de la oscilación media anual y un mínimo del 2.68% en la temperatura media anual, es el lugar que más se ajusta al comportamiento climático de la ciudad de Quito a lo largo del año.

### ANÁLISIS ENERGÉTICO EN SU SITUACIÓN ACTUAL, ESTUDIO TÉRMICO Y CLIMATIZACIÓN

Luego de haber definido a partir de los planos del edificio todos los parámetros constructivos y térmicos del modelo se obtuvo una representación gráfica en tres dimensiones como la de la figura 3.

Figura 3. Representación tridimensional del edificio a estudiar.



Se puede apreciar también que se añadió un elemento de sombra que influye en el cálculo de las cargas de calefacción y refrigeración que corresponde al edificio que se encuentra a continuación del estudio. Dicho edificio es un edificio simétrico al estudiado. El edificio de estudio se considera suficientemente separado del resto de bloques como para considerar que afecta la sombra de aquellos.

En la primera parte del estudio se analiza el cumplimiento de exigencias de la normativa española para ahorro de energía planteadas dentro del Código Técnico de la Edificación poniendo énfasis en los apartados HE 0 y HE 1 que correspondientemente se enfocan en la limitación del consumo y demanda energética [6].

Los resultados obtenidos por el software muestran claramente que la exigencia HE 0 no se cumple debido a que se excede del valor límite de consumo energético de energía primaria no renovable en un 262.25% como sigue:

$$Cep, edificio = 198.88 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$

$$Cep, lim = Cep, base + Fep, sup/S = 54.90 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$

Además, la demanda energética por unidad de superficie útil se cumple parcialmente según la exigencia HE 1, cumpliendo únicamente los valores de demanda energética en refrigeración.

$$Dcal, edificio = 133.13 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$

$$Dcal, lim = Dcal, base + Fcal, sup/S = 23.3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$

$$Dref, edificio = 1.63 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$

$$Dref, lim = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



La tabla 6 muestra además el incumplimiento de las exigencias de transmitancia térmica en los elementos constructivos del edificio residencial.

Tabla 6. Incumplimiento de exigencias de transmitancia térmica en los elementos constructivos del edificio.

| Suelo en contacto con el terreno | e (cm)                  | U (W/m <sup>2</sup> K) | U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K) |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Solera                           | 21.7                    | 1.04                   | 0.65                                  |
| Fachada                          | e (cm)                  | U (W/m <sup>2</sup> K) | U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K) |
| Parte ciega                      | 16.5                    | 1.96                   | 0.95                                  |
| Parte ciega con cerámica         | 17                      | 1.95                   |                                       |
| Cubierta                         | e (cm)                  | U (W/m <sup>2</sup> K) | U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K) |
| Parte maciza                     | 20.55                   | Refrig.                | 0.53                                  |
|                                  |                         | Calef.                 |                                       |
| Compartimentación                | e (cm)                  | U (W/m <sup>2</sup> K) | U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K) |
| Horizontal (Entrepiso)           | 22.2                    | Refrig.                | 1.35                                  |
|                                  |                         | Calef.                 |                                       |
| Huecos                           |                         | U (W/m <sup>2</sup> K) | U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K) |
| Ventanas y puertas de vidrio     | Vidrio una hoja         | 5.61 - 5.64            | 3.1                                   |
|                                  | Carpintería de aluminio | 5.7                    |                                       |

Cype MEP ofrece una gran cantidad de información de la cual se ha extraído la de mayor relevancia, la tabla 7 contiene información valiosa acerca del comportamiento en cuanto a demanda y consumo energético anual y también por unidad de superficie de manera global, y la tabla 8 muestra la demanda por zona habitable.

Tabla 7. Demanda y consume energético anual y por unidad de superficie.

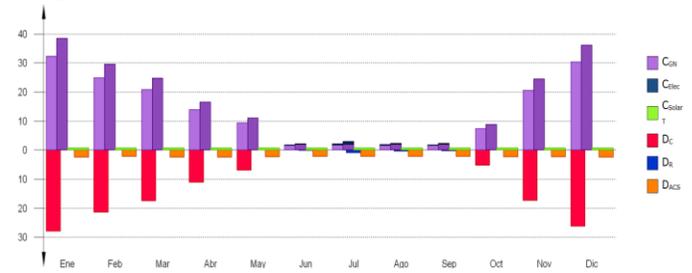
|                    |                       | Año       |                          |
|--------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|
|                    |                       | (kWh/año) | (kWh/(m <sup>2</sup> a)) |
| Demanda energética | C                     | 40742.5   | 133.1                    |
|                    | R                     | 499.3     | 1.6                      |
|                    | ACS                   | 8480.2    | 27.7                     |
|                    | TOTAL                 | 49722.1   | 162.5                    |
| Consumo energético | C <sub>ef,total</sub> | 53531.4   | 174.9                    |
|                    | C <sub>ep,ren</sub>   | 2901.1    | 9.5                      |
|                    | C <sub>ep,nr</sub>    | 60865.7   | 198.9                    |

Tabla 8. Demanda anual y por unidad de superficie por zona habitable definida.

| Zonas habitables        | S <sub>u</sub>    | D <sub>cal</sub> |                          | D <sub>ref</sub> |                          |
|-------------------------|-------------------|------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
|                         | (m <sup>2</sup> ) | (kWh/año)        | (kWh/(m <sup>2</sup> a)) | (kWh/año)        | (kWh/(m <sup>2</sup> a)) |
| Vivienda 1 (Vivienda 1) | 76.51             | 9991.1           | 130.6                    | 63.1             | 0.8                      |
| Vivienda 2 (Vivienda 2) | 76.51             | 8225.8           | 107.5                    | 68.7             | 0.9                      |
| Vivienda 3 (Vivienda 3) | 76.51             | 8727.9           | 114.1                    | 81.3             | 1.1                      |
| Vivienda 4 (Vivienda 4) | 76.51             | 13797.8          | 180.3                    | 286.2            | 3.7                      |
| <b>306</b>              |                   | <b>40742.5</b>   | <b>133.1</b>             | <b>499.3</b>     | <b>1.6</b>               |

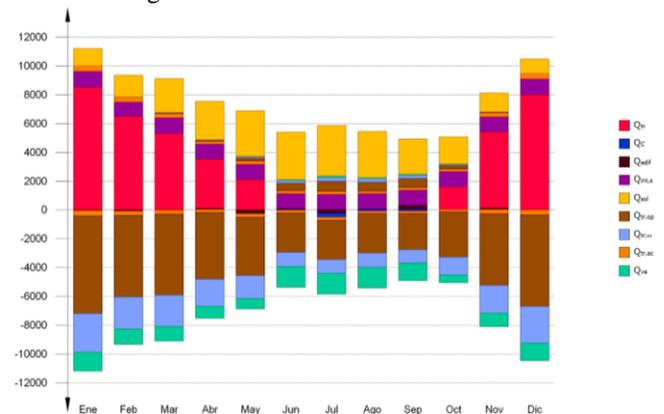
La figura 4 muestra el comportamiento mensual de la demanda de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria además del consumo energético por unidad de superficie útil a lo largo de un año tomando en cuenta los consumos de diferentes fuentes de energía.

Figura 4. Comportamiento mensual de la demanda y consumo energético por unidad de superficie útil del edificio de estudio. Energía en kWh/(m<sup>2</sup>mes).



En la figura 5 se muestra la evolución mensual del balance energético en todo el edificio esta vez diferenciando los diferentes medios por donde puede ganar o perder energía el sistema.

Figura 5. Evolución mensual del balance energético del edificio de estudio. Energía en kWh/mes.



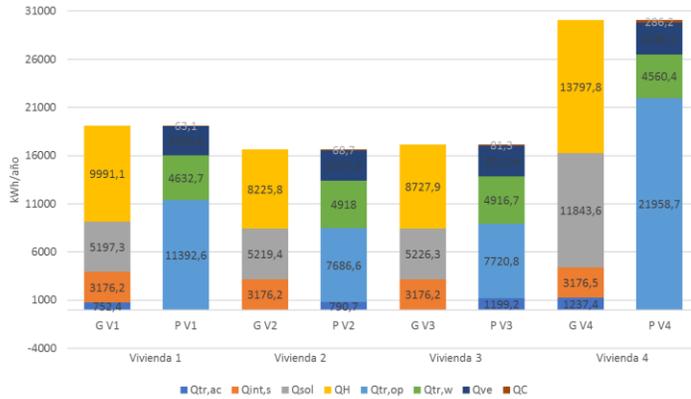
Para analizar de manera individual cada vivienda también se ha tabulado en la tabla 9 el comportamiento energético de cada vivienda, y en la figura 6 se puede observar finalmente sintetizado un esquema de columna apilada recopilando los datos de las tablas de cada vivienda como medio de comparación entre ellas.



Tabla 9. Comportamiento energético de las viviendas 1 a 4. Q en kWh/año.

|             | Vivienda 1  |        | Vivienda 2  |       | Vivienda 3  |      | Vivienda 4   |        |
|-------------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|------|--------------|--------|
|             | G V1        | P V1   | G V2        | P V2  | G V3        | P V3 | G V4         | P V4   |
| $Q_{tr,ac}$ | 752.4       | -      | -           | 790.7 | -           | 1199 | 1237.4       | -      |
| $Q_{int,s}$ | 3176.2      | -      | 3176.2      | -     | 3176.2      | -    | 3176.5       | -      |
| $Q_{sol}$   | 5197.3      | -      | 5219.4      | -     | 5226.3      | -    | 11843.6      | -      |
| $Q_H$       | <b>9991</b> | -      | <b>8226</b> | -     | <b>8728</b> | -    | <b>13798</b> | -      |
| $Q_{tr,op}$ | -           | 11393  | -           | 7687  | -           | 7721 | -            | 21959  |
| $Q_{tr,w}$  | -           | 4632.7 | -           | 4918  | -           | 4917 | -            | 4560.4 |
| $Q_{ve}$    | -           | 3028.6 | -           | 3157  | -           | 3212 | -            | 3250.1 |
| $Q_C$       | -           | 63.1   | -           | 68.7  | -           | 81.3 | -            | 286.2  |

Figura 6. Balance energético anual por vivienda, resumen.

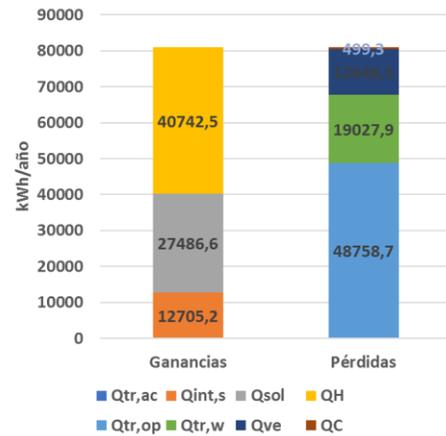


El balance energético anual del edificio se ha tabulado en la tabla 10, y en la figura 7 se muestra en columnas apiladas dicho balance de forma gráfica.

Tabla 10. Comportamiento energético del edificio completo.

|             | Edificio completo |                           |
|-------------|-------------------|---------------------------|
|             | (kWh/año)         | (kWh/(m <sup>2</sup> ·a)) |
| $Q_{tr,op}$ | -48758.7          | -159.3                    |
| $Q_{tr,w}$  | -19027.9          | -62.2                     |
| $Q_{tr,ac}$ |                   |                           |
| $Q_{ve}$    | -12648.5          | -41.3                     |
| $Q_{int,s}$ | 12705.2           | 41.5                      |
| $Q_{sol}$   | 27486.6           | 89.8                      |
| $Q_H$       | <b>40742.5</b>    | <b>133.1</b>              |
| $Q_C$       | <b>-499.3</b>     | <b>-1.6</b>               |
| $Q_{HC}$    | <b>41241.8</b>    | <b>134.8</b>              |

Figura 7. Balance energético anual del edificio.



Las gráficas de barras muestran el balance energético del edificio y las viviendas mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ( $Q_{tr,op}$  y  $Q_{tr,w}$ , respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ( $Q_{tr,ac}$ ), la energía intercambiada por ventilación ( $Q_{ve}$ ), la ganancia interna sensible neta ( $Q_{int,s}$ ), la ganancia solar neta ( $Q_{sol}$ ), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio ( $Q_{edif}$ ), y el aporte necesario de calefacción ( $Q_H$ ) y refrigeración ( $Q_C$ ).

Cype nos permite para el emplazamiento en la ciudad de Quito obtener los valores de climatización necesarios para diseñar los sistemas de calefacción y aire acondicionado del edificio por planta. El resumen de cargas necesarias para cubrir en el supuesto de Gijón se encuentra en la tabla 11 y en el emplazamiento original Quito se encuentra en la tabla 12. Es lo único comparable con el mismo modelo supuesto para la ciudad de Gijón debido a que al no existir un grupo de normas claras para el cumplimiento de exigencias en Ecuador el equipo de ingenieros de Cype no ha implementado el módulo de estudio térmico en el software.



Tabla 11. Cargas térmicas de climatización por planta caso de estudio en Gijón

|                      | Refrigeración           |                | Calefacción             |                |
|----------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|                      | Potencia por superficie | Potencia total | Potencia por superficie | Potencia total |
|                      | (W/m <sup>2</sup> )     | (W)            | (W/m <sup>2</sup> )     | (W)            |
| Conjunto             |                         |                |                         |                |
| Dpto. Planta Baja    | 46.2                    | 3532.3         | 108.9                   | 8329.1         |
| Dpto. Primera Planta | 46.3                    | 3543.4         | 111                     | 8494.4         |
| Dpto. Segunda Planta | 46.4                    | 3549.5         | 111.3                   | 8516.1         |
| Dpto. Tercera Planta | 71.2                    | 5447.4         | 171.7                   | 13134          |

- Agregado de una capa de aislamiento de 16cm en la solera con un  $U = 0.17$  W/(m<sup>2</sup>K).
- Finalmente, en la cubierta se colocó una capa de aislamiento que permitió tener un  $U = 0.16$ W/(m<sup>2</sup>K).

Tabla 12. Cargas térmicas de climatización por planta caso de estudio en Quito

|                      | Refrigeración           |                | Calefacción             |                |
|----------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|                      | Potencia por superficie | Potencia total | Potencia por superficie | Potencia total |
|                      | (W/m <sup>2</sup> )     | (W)            | (W/m <sup>2</sup> )     | (W)            |
| Conjunto             |                         |                |                         |                |
| Dpto. Planta baja    | 22.1                    | 1689.6         | 87.8                    | 6715.5         |
| Dpto. Primera planta | 22.1                    | 1690.3         | 90.5                    | 6920.3         |
| Dpto. Segunda planta | 22.1                    | 1691.8         | 90.5                    | 6920.7         |
| Dpto. Tercera planta | 37.6                    | 2876.7         | 132.2                   | 10112          |

La tabla 13 muestra las cargas térmicas de climatización por planta en el caso de estudio de Gijón con las modificaciones realizadas, se puede apreciar claramente que es necesaria menos potencia para cubrir la demanda de ambas prestaciones especialmente la de calefacción que es la más crítica.

Tabla 13. Cargas térmicas de climatización por planta caso de estudio Gijón con mejoras.

|                      | Gijón (modificado)      |                |                         |                |
|----------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|                      | Refrigeración           |                | Calefacción             |                |
|                      | Potencia por superficie | Potencia total | Potencia por superficie | Potencia total |
|                      | (W/m <sup>2</sup> )     | (W)            | (W/m <sup>2</sup> )     | (W)            |
| Conjunto             |                         |                |                         |                |
| Dpto. Planta Baja    | 45                      | 3362.8         | 69.4                    | 5182.2         |
| Dpto. Primera Planta | 45                      | 3360.5         | 73.6                    | 5500.9         |
| Dpto. Segunda Planta | 45                      | 3361.3         | 73.9                    | 5520.4         |
| Dpto. Tercera Planta | 45.3                    | 3381.3         | 68.9                    | 5147.4         |

Ambos casos de estudio presentan diferencias respecto a las cargas necesarias tanto para refrigeración como para calefacción, resultando ser necesario cubrir con equipos más robustos en el caso de Gijón, esto nos da la idea de un margen sobre el estudio térmico realizado en ese caso de manera que podría decirse que las condiciones climáticas de Gijón son un poco más extremas que las de Quito. En refrigeración un 89.3% y en calefacción un 29.8%.

## MEJORAS ENERGÉTICAS

Se enfocó principalmente en la mejora de los elementos pasivos del edificio tales como:

- En muros exteriores una capa de lana de roca y yeso laminado dando un  $U = 0.29$  W/(m<sup>2</sup>K).
- Aislamiento en zonas no calefactadas como es la sala de máquinas de cada vivienda mejorando la U a un valor de  $U = 1$  W/(m<sup>2</sup>K).
- Cambio de acristalamiento a doble con cámara de aire con factor solar 0.77 y  $U = 2.7$  W/(m<sup>2</sup>K).
- En la carpintería se redujo el U a  $U = 2.2$  W/(m<sup>2</sup>K) seleccionando como clase 4 de color claro.

## CONCLUSIONES

El estudio no ha podido ser muy similar entre los dos emplazamientos debido a que no existen coeficientes de paso que consideren el mix energético de Ecuador y permitan comparar las edificaciones en ambas ciudades.

Los valores mínimos de transmitancias en los cerramientos habría que delimitarlos en función de las energías con las que se supe el Ecuador y su costo, así como con el costo de materiales en el país y la renta per cápita del mismo. Este es un proceso que aún se debe realizar para proceder a tener un sistema de calificación energética de las edificaciones.

A partir del estudio térmico realizado en el supuesto de que se encontrara el emplazamiento localizado en la ciudad de Gijón se puede concluir que efectivamente se demuestra que en el marco de la normativa española el edificio, así como también de manera independiente las viviendas no cumplen con las exigencias HE 0 y HE 1.



Con las modificaciones aplicadas existe una considerable mejora energética en el edificio en general como también en cada vivienda, sin embargo, esto representa grandes costos debido a que tendría que modificarse en toda la envolvente del edificio.

Con aislamientos entre 10 y 18 cm de xps, se llega a cumplir el código técnico de la edificación 2013.

## REFERENCIAS

- [1] «PROMETEO “Calificación energética de viviendas para el Ecuador en base a observaciones climáticas” by Massimo Palme - Research Project on ResearchGate», *ResearchGate*. [En línea]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/project/PROMETEO-Calificacion-energetica-de-viviendas-para-el-Ecuador-en-base-a-observaciones-climaticas>. [Accedido: 02-abr-2017].
- [2] «Balance Energético – Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos». .
- [3] «Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) – Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda». 2011 .
- [4] «Edificaciones – Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables». .
- [5] «Plan de Normalización y Etiquetado – Ministerio de Electricidad y Energía Renovable». .
- [6] «Ahorro de energía». [En línea]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>. [Accedido: 02-jul-2017].