

Realización de estudios de ahorro energético en edificios  
de cinco localidades españolas - Plan de Diagnóstico  
Energético del Hábitat Urbano (PDEHU)

Informe: 30.1715.0-01

Campaña termográfica en Granollers

---

DEPARTAMENTO DE ENERGÉTICA EDIFICATORIA

---

**Informe:** Campaña termográfica en Granollers  
**Código:** 30.1715.0-01

---

**Cliente:** Fundación la Casa que Ahorra  
**Persona de contacto:** Alberto Coloma Campal  
**Domicilio Social:** Pº de la Castellana, 77 - 28046 Madrid  
**Fecha de envío:** 20 de Abril de 2012

---

**Realizado por:** Técnico **Franciso Serna**  
**Firma:** **Fecha:** 20 de Abril de 2012

---

**Revisado por:** Director Departamento **Florencio Manteca**  
**Firma** **Fecha:** 20 de Abril de 2012

---

**Aprobado por:** Director Departamento **Florencio Manteca**  
**Firma** **Fecha:** 20 de Abril de 2012

| <b>ÍNDICE</b>   | <b>PÁGINA</b> |
|---|---------------|
| <b>1.- RESUMEN EJECUTIVO .....</b>                            | <b>6</b>      |
| <b>1.1.- INTRODUCCIÓN.....</b>                                | <b>6</b>      |
| <b>1.2.- OBJETO Y ALCANCE .....</b>                           | <b>6</b>      |
| <b>1.3.- METODOLOGÍA .....</b>                                | <b>6</b>      |
| <b>1.4.- CONCLUSIONES .....</b>                               | <b>7</b>      |
| <b>2.- INTRODUCCIÓN.....</b>                                  | <b>8</b>      |
| <b>2.1.- LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA.....</b>                   | <b>8</b>      |
| <b>2.2.- FUNCIONAMIENTO DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA .....</b>   | <b>8</b>      |
| <b>3.- ENSAYO TERMOGRÁFICO.....</b>                           | <b>10</b>     |
| <b>3.1.- INTRODUCCIÓN.....</b>                                | <b>10</b>     |
| 3.1.1.- Equipo empleado .....                                 | 10            |
| 3.1.2.- Normativa .....                                       | 10            |
| <b>3.2.- CONDICIONES DURANTE EL ENSAYO .....</b>              | <b>11</b>     |
| 3.2.1.- Requisitos. Cumplimiento con la Norma. ....           | 11            |
| 3.2.2.- Día del ensayo.....                                   | 11            |
| <b>3.3.- TRANSMISIÓN DE CALOR EN FACHADAS. CONCEPTOS.....</b> | <b>13</b>     |
| <b>3.4.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....</b>                   | <b>14</b>     |
| 3.4.1.- Situación Bloque 1 .....                              | 14            |
| 3.4.2.- Características bloque 1 .....                        | 15            |
| 3.4.3.- Situación Bloque 2 .....                              | 16            |
| 3.4.4.- Características bloque 2 .....                        | 17            |
| <b>4.- ANÁLISIS TERMOGRÁFICO CUALITATIVO .....</b>            | <b>19</b>     |
| <b>4.1.- BLOQUE 1 (BARRIO CAN BASSA) .....</b>                | <b>19</b>     |
| 4.1.1.- CERRAMIENTOS EXTERIORES .....                         | 19            |
| <b>4.2.- BLOQUE 2 (BARRIO CONGOST).....</b>                   | <b>22</b>     |
| 4.2.1.- CERRAMIENTOS EXTERIORES .....                         | 22            |
| <b>4.3.- COMPARACIÓN CON EDIFICIO NUEVO.....</b>              | <b>26</b>     |
| 4.3.1.- Características bloque nuevo .....                    | 26            |
| 4.3.2.- Análisis termográfico .....                           | 28            |
| <b>5.- CONCLUSIONES.....</b>                                  | <b>30</b>     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.-</b> El espectro electromagnético.....  | 9  |
| <b>Figura 2.-</b> Cámara termográfica empleada en la medición.....                               | 10 |
| <b>Figura 3.-</b> Ficha técnica del ensayo de termografías del día 20 de febrero de 2012 .....   | 12 |
| <b>Figura 4.-</b> Conceptos de transferencia de calor .....                                      | 13 |
| <b>Figura 5.-</b> Bloque 1 C/Conflent 2, 4.....  | 14 |
| <b>Figura 6.-</b> Bloque 1 C/Conflent 2, 4.....  | 15 |
| <b>Figura 7.-</b> Bloque 1 C/Conflent 2, 4.....  | 16 |
| <b>Figura 8.-</b> Bloque 2 Pza. Llibertat 3,4 y 5.....   | 16 |
| <b>Figura 9.-</b> Bloque 2 Pza. Llibertat 3,4 y 5. Planta tipo.....                              | 17 |
| <b>Figura 10.-</b> Fachadas principales del Bloque 2 Pza. Llibertat 3,4 y 5.....                 | 18 |
| <b>Figura 11.-</b> Fachadas principales del Bloque 2 Pza. Llibertat 3,4 y 5.....                 | 18 |
| <b>Figura 12.-</b> Bloque 1 C/Conflent 2, 4. Testero ciego.....                                  | 19 |
| <b>Figura 13.-</b> Bloque 1 C/Conflent 2, 4. Fachada oeste.....                                  | 20 |
| <b>Figura 14.-</b> Bloque 1 C/Conflent 2, 4. Fachada este. Pérdidas en carpinterías.....         | 20 |
| <b>Figura 15.-</b> Bloque 1 C/Conflent 2, 4. Fachada oeste. Pérdidas en encuentro vertical ..... | 21 |
| <b>Figura 16.-</b> Bloque 1 C/Conflent 2, 4. Fachada este .....                                  | 21 |
| <b>Figura 17.-</b> Fachadas Bloque barrio Congost .....  | 22 |
| <b>Figura 18.-</b> Fachadas Bloque barrio Congost .....  | 23 |
| <b>Figura 19.-</b> Fachadas Bloque barrio Congost .....  | 23 |
| <b>Figura 20.-</b> Fachadas Bloque barrio Congost. Pérdidas en carpinterías.....                 | 24 |
| <b>Figura 21.-</b> Fachadas Bloque barrio Congost .....  | 24 |
| <b>Figura 22.-</b> Fachadas Bloque barrio Congost .....  | 25 |
| <b>Figura 23.-</b> Fachadas Bloque barrio Congost. Pérdidas encuentro con suelo .....            | 25 |
| <b>Figura 24.-</b> Edificio Calle Moli 1,3 .....   | 26 |
| <b>Figura 25.-</b> Fachada este .Edificio Calle Moli 1,3 .....                                   | 27 |

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 26.-</b> Fachada este .Edificio Calle Moli 1,3 .....                                | 27 |
| <b>Figura 27.-</b> Edificio Calle Moli 1,3 .....  | 27 |
| <b>Figura 28.-</b> Edificio Calle Moli 1,3 fachada Oeste.....                                 | 28 |
| <b>Figura 29.-</b> Edificio Calle Moli 1,3 Pérdidas en canto de forjados y carpinterías ..... | 28 |
| <b>Figura 30.-</b> Edificio Calle Moli 1,3 Pérdidas en canto de forjados y carpinterías ..... | 29 |
| <b>Figura 31.-</b> Edificio Calle Moli 1,3 Pérdidas en canto de forjados y carpinterías ..... | 29 |

## **1.- RESUMEN EJECUTIVO**

### **1.1.- INTRODUCCIÓN**

El presente informe se enmarca en el Anexo I. Primer Convenio específico FLCQA – CENER para la realización de estudios de ahorro energético en edificios de cinco localidades españolas - Plan de Diagnóstico Energético del Hábitat Urbano (PDEHU)

La Fundación la Casa que Ahorra y CENER firmaron en enero de 2012 un acuerdo marco de colaboración cuyo objeto es coordinar e impulsar líneas de actuación para la promoción del ahorro y la eficiencia energética, y en general criterios de sostenibilidad en el sector de la edificación. El primer acuerdo específico en el contexto del citado acuerdo marco tiene por objeto la Realización de estudios de eficiencia energética en distintas localidades de la geografía española (Madrid, Santander, Granollers, Segovia y Arahal), y su alcance y condiciones quedan reflejados en la presente oferta.

El presente informe contiene el análisis del ensayo termográfico realizado en tres bloques de viviendas en la ciudad de Granollers. Dos de ellos pertenecen a edificios antiguos (antes de 1973) en los barrios de Can de Bassa y Barrio del Congost, y otro bloque nuevo de viviendas situado en el centro urbano de la ciudad.

### **1.2.- OBJETO Y ALCANCE**

El objeto de este estudio es la realización de un ensayo termográfico cualitativo de la envolvente térmica de diferentes bloques de viviendas, para la comprobación de la existencia de puentes térmicos en los cerramientos exteriores del edificio, y poder realizar un diagnóstico cualitativo del comportamiento energético de los cerramientos, y consecuentemente, de los edificios.

El alcance de este trabajo abarca la toma de las termografías y el tratamiento y análisis de dichas termografías, y la redacción de las conclusiones técnicas. Los ensayos termográficos se realizaron el día 2 de Febrero de 2012.

### **1.3.- METODOLOGÍA**

En primer lugar, se realizó la toma de las termografías de las fachadas exteriores de los bloques de viviendas objeto del estudio. Se presta especial atención a la detección de puentes térmicos que pueden manifestarse en los cantos de los forjados o en defectos de la construcción.

A continuación, y con un software apropiado de tratamiento de imágenes termográficas, se realizó el análisis detallado de la envolvente térmica de los edificios, para evaluar la calidad constructiva de los cerramientos exteriores de las fachadas.

## 1.4.- CONCLUSIONES

Los análisis termográficos son estudios complejos, en los que influyen multitud de variables, tal y como se ha descrito al inicio del documento. Es por ello que su interpretación es asimismo compleja y debe hacerse por personal cualificado. La información aportada por estos estudios es limitada, pues existen factores desconocidos, que pueden tergiversar los resultados. Así, los edificios antiguos analizados en este informe, presentan pocas discontinuidades térmicas para lo que cabría esperarse, esto no significa que el edificio tenga limitadas las pérdidas energéticas, sino que lo hace de manera uniforme por todo su cerramiento opaco. Por contrapartida en los edificios nuevos, la presencia delatadora de las franjas en el frente de los forjados, no hace otra cosa que reflejar que es precisamente por ahí, por donde se producen las mayores pérdidas junto con las producidas en las ventanas.

De estas reflexiones pueden desprenderse ciertas conclusiones:

- **En los edificios antiguos:** la calidad energética de los edificios analizados es muy pobre – como casi todos los construidos en esa época – y las pérdidas de energía que se producen a través de sus cerramientos, tanto opacos como transparentes en muy grande. El potencial de ahorro de energía en estos edificios es muy grande, para lo cual sería necesaria una rehabilitación energética basada en una solución integral que renueve la envolvente por el exterior incluido nuevas carpinterías.
- **Es los edificios nuevos:** A pesar de la aprobación del CTE, los edificios nuevos presentan deficiencias que pueden ser subsanables. Los puentes térmicos en general y los frentes de forjado, pilares exteriores y los existentes en las carpinterías en particular, representan el talón de Aquiles de la construcción tradicional e España (desde un punto de vista de eficiencia energética), y debería ponerse más énfasis en su protección y su ejecución, ya que las pérdidas energéticas por ellos representan cantidades mas importantes de las que se presupone.

## 2.- INTRODUCCIÓN

### 2.1.- LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA

La termografía infrarroja se define como la ciencia de adquisición y análisis de la información térmica obtenida mediante los dispositivos de adquisición de imágenes térmicas a distancia. Es decir, que mediante el empleo de una cámara termográfica, se consigue captar la radiación energética que emite la superficie de un cuerpo por estar a una temperatura y obtener una expresión gráfica y cromática de dicha variable a lo largo de toda la superficie analizada.

Existen tres razones por las cuales la termografía infrarroja es especialmente útil:

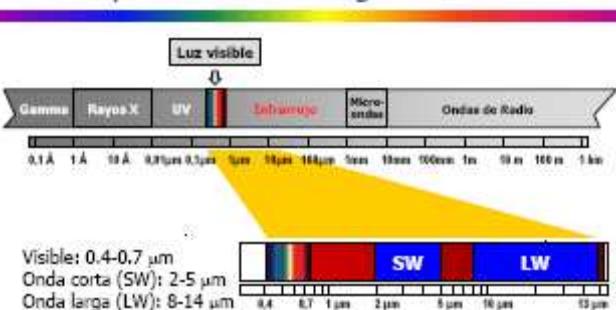
- **Sin contacto.** La medición se realiza de forma remota, con lo que aparte de mantener al usuario fuera de peligro, se tiene la gran ventaja de que la termografía no es intrusiva, es decir, no afecta de ninguna manera al cuerpo en la medición.
- Es **bidimensional.** Se puede realizar la comparación entre áreas del mismo cuerpo, ya que es posible medir la temperatura en dos puntos dentro de la misma imagen y compararlas.
- Se realiza en **tiempo real.** La toma de imágenes en tiempo real permite realizar una visualización muy rápida de procesos estacionarios, lo que supone una ventaja frente a las medidas de contacto directo, ya que éstas siempre implican la presencia de una constante de tiempo que implica un cierto retraso temporal en la medida. De esta manera, la característica de tiempo real de la termografía infrarroja permite capturar rápidas variaciones del campo térmico.

### 2.2.- FUNCIONAMIENTO DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA

La cámara convierte la radiación infrarroja, invisible al ojo humano, en una imagen visible, es decir, la cámara capta la radiación infrarroja que es irradiada desde el cuerpo que está siendo observado, mide dicha radiación y convierte estos valores en una imagen del cuerpo en la que se muestra su temperatura de manera que sea fácilmente entendible para el usuario.

El fundamento físico de este proceso de medición de temperaturas a distancia tiene su origen en el hecho de que un cuerpo por estar a una determinada temperatura mayor que 0 K, emite energía en forma de radiación electromagnética. En la siguiente figura, se muestra el espectro electromagnético para las distintas longitudes de onda.

## El espectro electromagnético



**Figura 1.- El espectro electromagnético**

Fuente.- Infrared Training Centre (ITC)

La figura anterior muestra la clasificación de los tipos de radiación electromagnética según la longitud de onda. Así, se denomina luz visible a la región del espectro electromagnético que el ojo es capaz de percibir. A pesar de que no existen unos límites exactos, un ojo humano típico es capaz de percibir longitudes de onda de 0.4 μm (color violeta) a 0.7 μm (color rojo). Sin embargo, el espectro del infrarrojo de onda larga, que es el de aplicación en el caso general de cámaras termográficas, va de 8 a 14 μm. La cámara va a captar la radiación infrarroja que le llega a la lente en dicho rango de longitudes de onda, y que, como se ha explicado, el ojo humano no puede percibir.

La radiación térmica es la radiación que tiene la capacidad de transmitir calor por emisión y absorción. No obstante, no sólo la radiación infrarroja tiene la capacidad de transmitir energía térmica, ya que ésta se extiende desde el espectro del ultravioleta y continúa hasta los rangos visibles e infrarrojo. Entonces, la cámara captta la radiación que le llega en el espectro del infrarrojo, e introduciendo la emisividad de la superficie del material, es capaz de mostrar la temperatura de la superficie del objeto.

Nótese que en todo momento se habla de la temperatura de la superficie del material. La cámara termográfica que se va a emplear no captaría la temperatura del aire, aunque sí es cierto que el resultado de la medida puede verse influenciado por la cantidad de aire que haya entre el objeto y la cámara, aunque dicho valor es corregido por la propia cámara.

### 3.- ENSAYO TERMOGRÁFICO

#### 3.1.- INTRODUCCIÓN

##### **3.1.1.- Equipo empleado**

En la figura siguiente, se muestra el modelo de cámara termográfica empleada en el ensayo, una FLIR, modelo Infracam TM.



**Figura 2.-** Cámara termográfica empleada en la medición

Fuente.- FLIR

Tal y como se ha comentado previamente, la cámara termográfica va a captar la radiación electromagnética que le llegue y cuya longitud de onda esté comprendida entre 8 y 14  $\mu\text{m}$ .

El rango de medición para el estudio va a ser el comprendido entre -40 °C y 120 °C, ya que resulta el más adecuado al estar los objetos a medir a una temperatura comprendida en dicho rango.

##### **3.1.2.- Normativa**

La toma de las termoimágenes se ha realizado siguiendo la norma EN 13187:1998 *Thermal performance of buildings – Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes – Infrared method*.

Asimismo, el estudio ha sido realizado por un titulado "Level I Thermographer" expedido por el Infrared Training Center.

### **3.2.- CONDICIONES DURANTE EL ENSAYO**

#### **3.2.1.- Requisitos. Cumplimiento con la Norma.**

A la hora de realizar el ensayo termográfico de la envolvente del edificio, es preciso que se den una serie de requisitos para poder llevar a cabo el ensayo. Entre los más destacados, se deben citar los siguientes:

- Condiciones climatológicas:

Debe descartarse la toma de termografías en días lluviosos o ventosos. Esto se debe a que en días lluviosos la cantidad de agua presente en el ambiente desvirtúa el valor de la medida. En días ventosos, debido a la acción del viento, el edificio cede más calor al exterior, ya que el coeficiente de transferencia convectivo aumenta, y la medición no refleja el comportamiento normal del edificio.

Además, no deben tomarse termografías en las fachadas sobre las que incida la radiación solar directa, ya que el edificio capta parte de dicha radiación, y la superficie del muro aumenta su temperatura por acción del sol. Es por ello que el momento más adecuado para la toma de termoimágenes sea a primeras horas de la mañana. Asimismo, es en estas horas del día cuando normalmente se registran las temperaturas exteriores más bajas, lo que favorece que el gradiente térmico entre el interior y el exterior del edificio sea mayor.

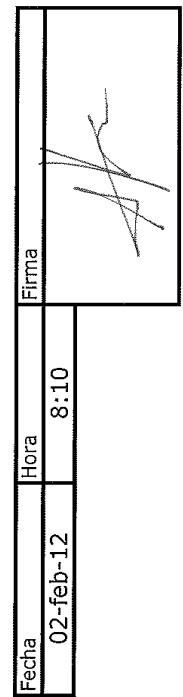
- Condiciones interiores

Se procurará que la temperatura en el interior de la vivienda se mantenga en unos valores similares a los de uso normal. Para ello, se recomienda tener la calefacción encendida unas horas antes del comienzo de la toma de las termografías, para asegurar que en el momento de la realización de las termografías, la temperatura en el interior del edificio es la adecuada.

#### **3.2.2.- Día del ensayo.**

El ensayo termográfico se realizó el día 2 de Febrero de 2012, comenzando con la toma de termografías a las 8:10 horas de la mañana. Las condiciones de temperatura eran idóneas ( $T^0$  exterior < 0 C°), aunque nevaba ligeramente. La cuantía no era lo suficiente como para mojar los cerramientos, y desvirtuar los resultados, aunque los copos de nieve en algunos momentos pudieron restar definición a las imágenes termográficas.

En la siguiente ficha técnica se recogen las condiciones meteorológicas durante el transcurso del ensayo termográfico, y las incidencias registradas durante la realización del mismo.

|  |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
|--|-------------------------------------|-------------|---|--|---------------|-------------------|-----------------|
| <b>Norma</b>                                       | <b>EN 13187:1998</b>                |             |   |  |               |                   |                 |
| <b>Información general</b>                         |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
| Nombre cliente                                     | Dirección                           |             |   |  |               |                   |                 |
| Fundación LA CASA QUE AHORRA                       |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
|  |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
|  |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
| <b>Descripción de la construcción del edificio</b> |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
| Tipo de edificio                                   | Orientación                         | Descripción | Termografías tomadas en diferentes bloques de viviendas en los barrios Can de Basas, Congost y C Moli |  |               |                   |                 |
| VIVIENDA BLOQUE                                    |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
|  |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
| <b>Alrededores</b>                                 |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
| Situación  |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
|  |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
| <b>Factores atmosféricos.</b>                      |                                     |             |   |  |               |                   |                 |
| T <sub>a</sub> exterior (°C)                       | T <sub>a</sub> exterior (24 h) (°C) | % HR        | Rad. Solar Hor (W/m <sup>2</sup> )  | Rad. solar (12 h)  | Precipitación | Vel. Viento (m/s) | Dir. viento (º) |
| -0,5   | 3,3                                 | 82          | --  | --   | 2mm (NIEVE)   | Baja              | N               |
| T <sub>a</sub> interior (°C)                       | Diferencia T <sub>a</sub> (°C)      |             |   |  |               |                   |                 |
| --   | --                                  |             |   |  |               |                   |                 |
|  |                                     |             |   | Incidentes en la medición  |               |                   |                 |
|  |                                     |             |   | No se registraron incidentes significativos  |               |                   |                 |
| Fecha  |                                     | Hora        |   | Firma  |               |                   |                 |
| 02-feb-12  |                                     | 8:10        |   |  |               |                   |                 |

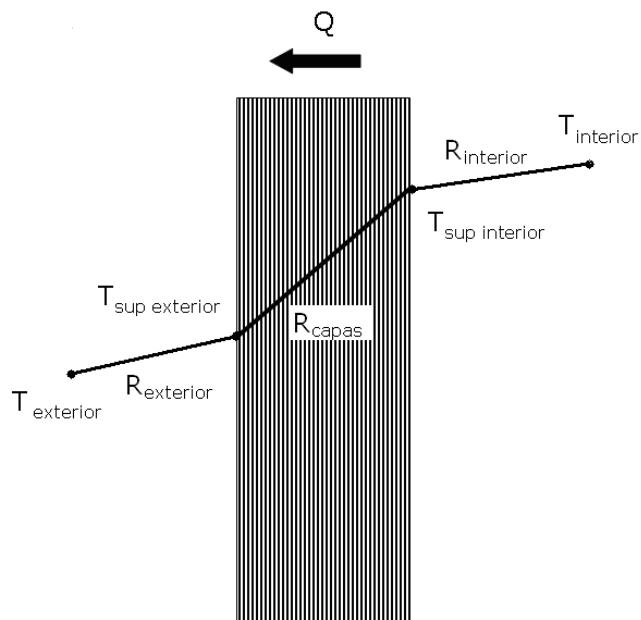
**Figura 3.-** Ficha técnica del ensayo de termografías del día 20 de febrero de 2012

Fuente.- CENER

### 3.3.- TRANSMISIÓN DE CALOR EN FACHADAS. CONCEPTOS

Debido al gradiente de temperaturas existente entre el interior y el exterior de la vivienda, habrá un flujo de calor del lugar que está a mayor temperatura, el interior de la vivienda, hacia donde la temperatura es inferior, el exterior.

La magnitud de este flujo de calor va a depender de la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, y de las resistencias térmicas que se encuentre el flujo a su paso al exterior. En primer lugar, habrá una resistencia superficial interior en la que intervienen fenómenos convectivos y radiativos,  $R_{\text{interior}}$  en la siguiente figura, luego una resistencia debida a la conducción del calor a través de las distintas capas de materiales que componen el cerramiento,  $R_{\text{capas}}$ , y por último una resistencia superficial exterior,  $R_{\text{exterior}}$ , en la que de nuevo va a intervenir la transferencia de calor por convección y por radiación.



**Figura 4.-** Conceptos de transferencia de calor

Fuente.- CENER

Realizando la analogía eléctrica, si se suman las tres resistencias a las transferencia de calor, se obtiene el valor de la resistencia térmica total  $R_T$  de un componente constructivo ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ). La transmitancia térmica  $U$  ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) se define como el inverso de la resistencia total, es decir;

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Puede comprobarse, que a mayor resistencia térmica del cerramiento, el denominador aumenta, y por tanto, el valor del coeficiente de transferencia térmica disminuye.

Este coeficiente de transferencia térmica caracteriza la capacidad del cerramiento para aislar térmicamente una vivienda, ya que el flujo de calor por unidad superficial al exterior queda definido de la siguiente manera:

$$q = U * (T_{interior} - T_{exterior})$$

U : Coeficiente de transferencia térmica (W/m<sup>2</sup>K)

T<sub>interior</sub> : Temperatura en el interior de la vivienda (K)

T<sub>exterior</sub> : Temperatura exterior (K)

Según la anterior ecuación, se comprueba que a mayor diferencia de temperaturas, el flujo de calor es mayor. Asimismo, cuanto menor es el valor de transmitancia térmica, menor será el flujo de calor, y mayores las propiedades aislantes de un cerramiento.

### **3.4.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO**

En la campaña desarrollada en el municipio de Granollers, se realizaron ensayos en tres bloques de viviendas que pertenecen a promociones diferentes tanto en barrio, como en antigüedad, dos de ellas se realizan sobre inmuebles antiguos, anteriores a cualquier normativa de edificación en la que se exigieran valores mínimos de transmitancias en cerramientos, y otra promoción que cumple con los requisitos del actual CTE.

#### **3.4.1.- Situación Bloque 1**

El primer edificio objeto de estudio, pertenece a la promoción de 494 VPO, que empezaron a construirse en al año 1972, en las inmediaciones del camino de CAN BASSA de Palou, en el municipio de Granollers. La vivienda objeto de estudio se localiza en la calle Conflent, y acoge a los portales 2 y 4.



**Figura 5.- Bloque 1 C/Conflent 2, 4**

Fuente.- Google Maps

### **3.4.2.- Características bloque 1**

El edificio tiene forma rectangular alargada, con una orientación Norte-Sur, donde los cerramientos correspondientes a dichas orientaciones son ciegos. Consta de planta baja más cuatro alturas donde todas las viviendas presentan 2 orientaciones. Se trata de un edificio antiguo y que no ha sido sometido a una rehabilitación energética. Posee un porcentaje habitual de ventanas y puertas exteriores, y se encuentra rodeado de bloques de vivienda de similar tipología. Son viviendas de 3 dormitorios y un tamaño medio de 60m<sup>2</sup> útiles.

El cerramiento exterior es de 15cm de espesor de ladrillo cara vista, careciendo totalmente de aislamiento ni de cámara de aire.

Se ha observado una gran heterogeneidad de despiece en las ventanas, lo que muestra que la mayoría de los vecinos, han cambiado las carpinterías originales (originariamente eran de madera con vidrio sencillo), por otras de aluminio (en su mayoría correderas) con vidrios dobles.

Inicialmente, estas viviendas carecían de calefacción. En estos momentos, se aprecia que existe preinstalación de gas, pero muy pocos usuarios están conectados a ella, por lo que se deduce que len la actualidad, los sistemas de calefacción son individuales, la mayoría eléctricos (radiadores o bombas de calor).



**FACHADA ESTE**



**FACHADA OESTE**

**Figura 6.- Bloque 1 C/Confuent 2, 4**

Fuente.- CENER



**FACHADA SUR**



**FACHADA NORTE**

**Figura 7.-** Bloque 1 C/Confent 2, 4

Fuente.- CENER

### **3.4.3.- Situación Bloque 2**

El segundo edificio objeto de estudio, pertenece a la promoción viviendas de protección oficial, que empezaron a construirse en al año 1965, en el barrio del Congost, en el municipio de Granollers. La vivienda objeto de estudio se localiza en la Plaza de la Llibertat, y acoge a los portales 3,4 y 5.

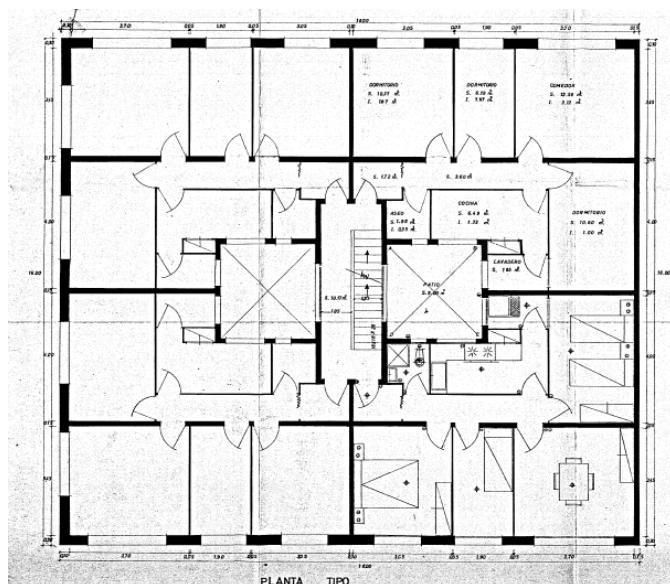


**Figura 8.-** Bloque 2 Pza. Llibertat 3,4 y 5

Fuente.- Google Maps

### **3.4.4.- Características bloque 2**

El edificio tiene forma rectangular alargada, con una orientación casi Norte-Sur. Consta de 3 bloques adosados independientes, correspondientes a cada portal y cuenta con planta casi cuadrada, y una altura de baja más 5, donde solo las viviendas de los portales testeros, presentan 2 orientaciones. Además poseen dos patios centrales por portal, que favorece la ventilación cruzada en épocas estivales. Se trata de un edificio antiguo y que no ha sido sometido a una rehabilitación energética. Esta situado frente a una gran plaza central, sin obstáculos remotos favoreciendo la radiación directa sobre todo la fachada SE, no así la fachada NO que posee una arboleda muy frondosa, de hoja caduca, que obstruye la radiación solar directa en verano (por lo menos a las primeras plantas). Son viviendas de 3 dormitorios y un tamaño medio de 60m<sup>2</sup> útiles.



**Figura 9.- Bloque 1, Pza. Llibertat 3. Planta tipo**

Fuente.- CENER

El cerramiento exterior es de 30cm de espesor de ladrillo macizo y de gero de 15cm en medianeras y muros de carga, careciendo totalmente de aislamiento ni de cámara de aire.

Se ha observado una gran heterogeneidad de despiece en las ventanas, lo que muestra que la mayoría de los vecinos, han cambiado las carpinterías originales (originariamente eran de madera con vidrio sencillo), por otras de aluminio con vidrios dobles.

En este bloque no existe calefacción centralizada, por lo que cada vecino ha optado por la solución que ha considerado mas conveniente. Así existe una gran heterogeneidad en sistemas y en usos.



**Figura 10.-** Fachadas principales del Bloque 2 Pza. Llibertat 3,4 y 5

Fuente.- CENER



**FACHADA SUROESTE (Testero)**



**FACHADA ESTE**

**Figura 11.-** Fachadas principales del Bloque 2 Pza. Llibertat 3,4 y 5

Fuente.- CENER

## 4.- ANÁLISIS TERMOGRÁFICO CUALITATIVO

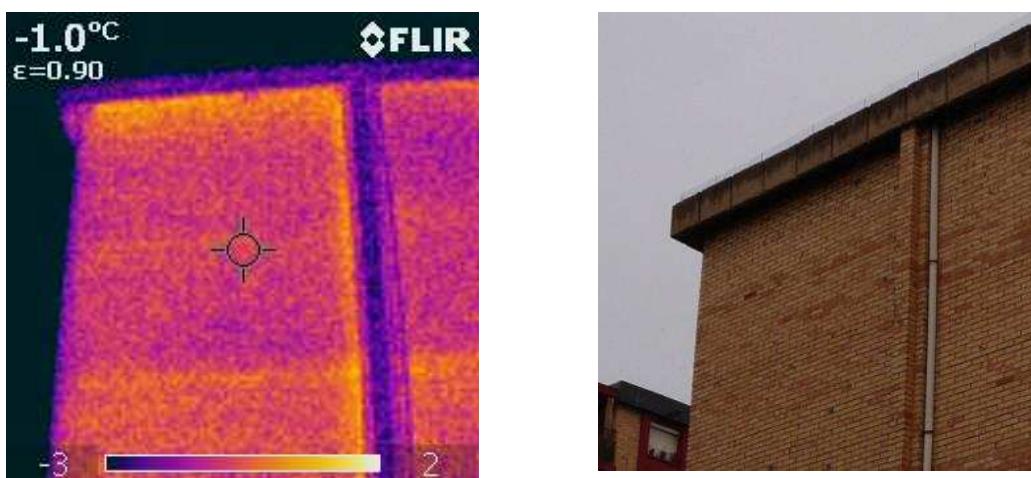
A continuación, se van a exponer las imágenes termográficas obtenidas, y sus resultados más significativos. Debemos hacer hincapié en el hecho de que el análisis termográfico en edificios es un estudio cualitativo, existiendo ciertos factores que intervienen en la medida y en la transferencia de calor, que añaden incertidumbre a la exactitud de la medida.

### 4.1.- BLOQUE 1 (BARRIO CAN BASSA)

#### 4.1.1.- CERRAMIENTOS EXTERIORES

El primero de los aspectos a evaluar será el estado general de los cerramientos exteriores, para valorar la existencia de fallos en la envolvente térmica del edificio, que puedan significar puentes térmicos de consideración a través de los cuales el calor fluye al exterior, aumentando las demandas de calefacción del edificio.

Puede apreciarse de las termografías expuestas, la uniformidad "térmica" en el cerramiento exterior; apenas se distinguen zonificaciones térmicas en los cerramientos opacos tales como cantos de forjado o vigas exteriores. Como puede verse en la imagen siguiente de la fachada ciega, se distinguen vagamente zonas con temperaturas algo más elevadas en los encuentros entre el cerramiento y otros elementos como la cubierta o con los muros de carga. No obstante, no se aprecia puntos de fuga de calor en el muro debidos a defectos en las fachadas.

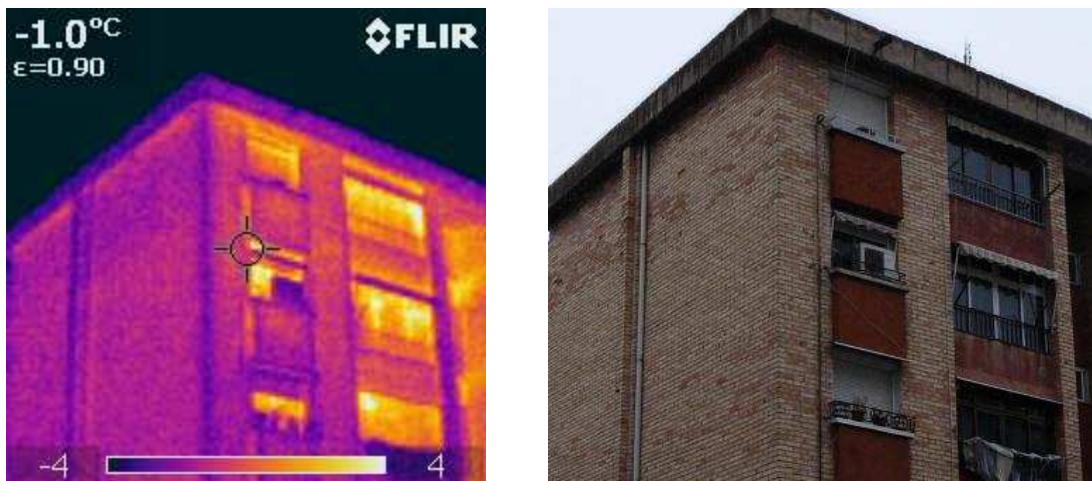


**Figura 12.-** Bloque 1 C/Conflent 2, 4. Testero ciego

Fuente.- CENER

En las siguientes imágenes pueden apreciarse las mismas circunstancias. Puede apreciarse además que las pérdidas térmicas más acusadas se producen en las partes acristaladas del edificio como muestra de su mayor conductividad. Por otra parte, y en algunos casos, no se aprecian grandes diferencias entre la zona de marco y la zona vidriada del hueco, lo que nos indica calidades del marco "mediocres", (ventanas de metálicas, algunas con bastantes años, correderas y sin rotura de puente térmico), mientras que en otros estas diferencias son más

reseñables (ventanas de PVC de mejor calidad térmica).



**Figura 13.-** Bloque 1 C/Conflent 2, 4. Fachada oeste

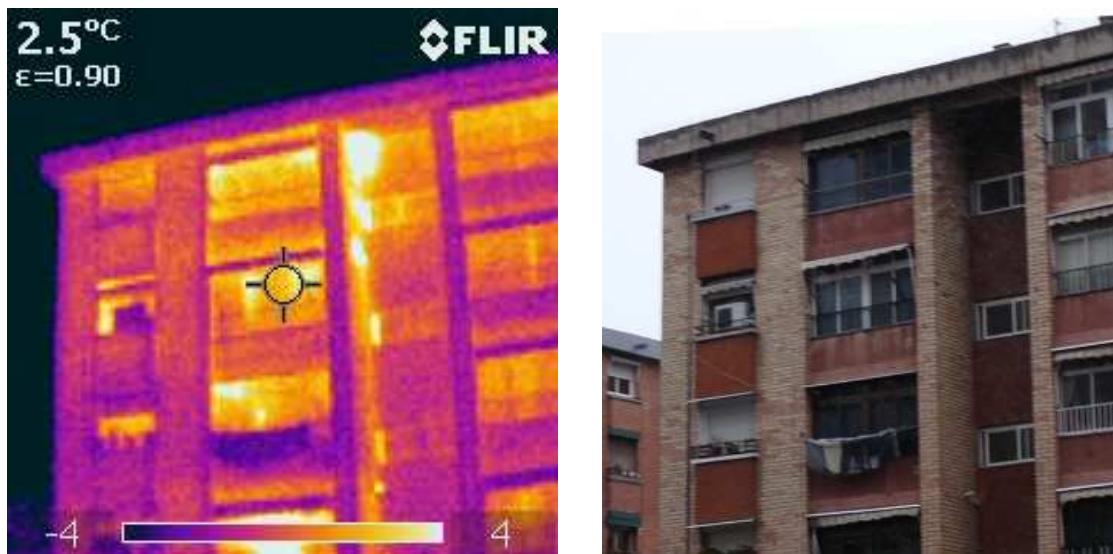
Fuente.- CENER



**Figura 14.-** Bloque 1 C/Conflent 2, 4. Fachada este. Pérdidas en carpinterías

Fuente.- CENER

En la siguiente termografía cabe destacar, las pérdidas térmicas tan significativas en el encuentro vertical entre el muro que separa la zona de los tendederos y el cerramiento que delimita la caja de escaleras. Este fenómeno es repetitivo en todo el edificio, en esta localización, y es debido a la debilidad térmica de este encuentro, acrecentado con la probable cubrición del antiguo tendedero exterior con carpintería metálica, sin haber protegido previamente esa esquina, que antaño pertenecía a un cerramiento exterior.



**Figura 15.-** Bloque 1 C/Conflet 2, 4. Fachada oeste. Pérdidas en encuentro vertical  
Fuente.- CENER

También merece la pena reseñar, algunas diferencias de temperaturas en cerramientos opacos entre diferentes viviendas (ver termografía siguiente), señal inequívoca de ligeras diferencias en las temperaturas interiores de las viviendas. Con cerramientos tan "pobres" desde un punto de vista de eficiencia energética, estas diferencias de temperaturas son más palpables.



**Figura 16.-** Bloque 1 C/Conflet 2, 4. Fachada este  
Fuente.- CENER

## 4.2.- BLOQUE 2 (BARRIO CONGOST)

### 4.2.1.- CERRAMIENTOS EXTERIORES

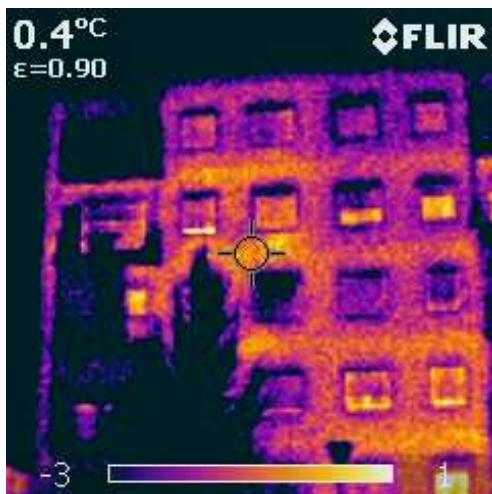
La situación de los edificios del Congost, desde un punto de vista de su envolvente térmica, es similar al de los edificios del barrio de Can Bassa. Son edificios antiguos, anteriores a la primera normativa española de edificación que fijara mínimos en aspectos térmicos de los cerramientos (NBE-CT-79), con cerramientos sin cámara de aire ni aislamiento, y carpinterías de madera con vidrios simples, en origen.

Igualmente que en el caso anterior, puede apreciarse en las termografías expuestas, que apenas se distinguen zonificaciones térmicas en los cerramientos opacos tales como cantos de forjado, vigas exteriores o muros de carga. Lo más que puede apreciarse son algunas diferencias de temperaturas en cerramientos opacos entre diferentes viviendas, mas claramente que en el caso anterior (ver termografía siguiente), señal inequívoca de diferencias en las temperaturas interiores de las viviendas, que con cerramientos de mala calidad se aprecian con más claridad.



**Figura 17.- Fachadas Bloque barrio Congost**

Fuente.- CENER

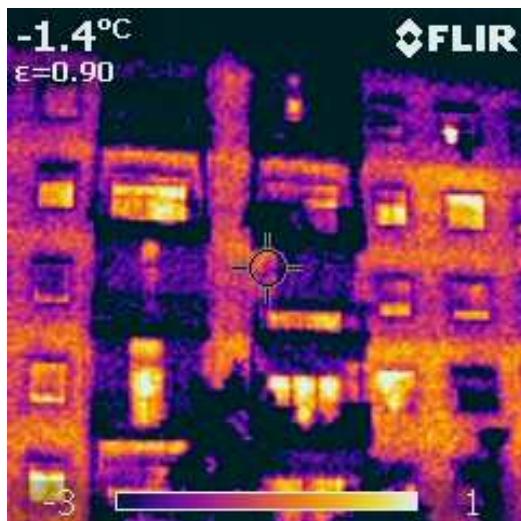


**Figura 18.- Fachadas Bloque barrio Congost**

Fuente.- CENER

En estas viviendas, en las que no existen sistemas comunitarios de calor, los sistemas de calefacción individuales son bastante heterogéneos, al igual que su uso (dependiendo de la ocupación, edad de los inquilinos e incluso de los recursos económicos de las familias), pudiéndose producir grandes diferencias de temperatura interior de las viviendas.

En las siguientes imágenes pueden apreciarse zonas oscuras en la parte de los balcones. Estas corresponden a los toldos, y su color no debe llevarnos a engaño (mas oscuro no es siempre equivalente a menos pérdidas y viceversa, sino a una temperatura mas baja, y en este caso al estar en el exterior y no estar en contacto con ningún elemento interior, están obviamente a una temperatura mas baja)

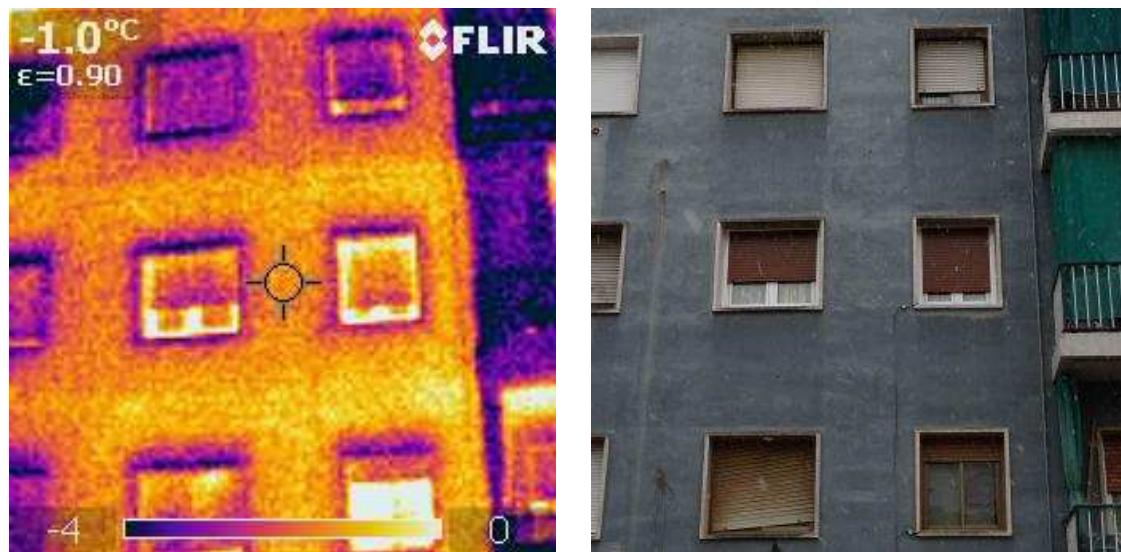


**Figura 19.- Fachadas Bloque barrio Congost**

Fuente.- CENER

En las siguientes imágenes, puede apreciarse además que las pérdidas térmicas más acusadas se producen en las partes acristaladas del edificio como muestra de su mayor conductividad. Además puede apreciarse el efecto ligeramente aislante que producen las

persianas, sobre todo las que están en buen estado y permiten cierta "impermeabilidad al aire". También puede observarse pérdidas de calor (zonas claras) en carpinterías y persianas donde existen filtraciones (encuentros entre la carpintería de la ventana y su hueco)



**Figura 20.- Fachadas Bloque barrio Congost. Pérdidas en carpinterías**

Fuente.- CENER



**Figura 21.- Fachadas Bloque barrio Congost**

Fuente.- CENER

Se aprecia también (tanto el la imagen anterior como en la siguiente), que aparecen zonas mas calientes en algunas viviendas bajo la ventana. Es muy probable que este fenómeno indique la existencia de radiadores conectados en esos lugares,



**Figura 22.- Fachadas Bloque barrio Congost**  
Fuente.- CENER

Por último, se aprecian unas pérdidas significativas de calor en el encuentro entre el cerramiento vertical de planta baja y el suelo. Esta circunstancia se debe a la ausencia del aislamiento perimetral en el cerramiento en contacto con el terreno. Ver figura siguiente



**Figura 23.- Fachadas Bloque barrio Congost. Pérdidas encuentro con suelo**  
Fuente.- CENER

#### 4.3.- COMPARACIÓN CON EDIFICIO NUEVO

El tercer edificio analizado, fue un bloque de viviendas de nueva construcción, en el centro urbano de la ciudad, y concretamente en la Calle Molí portales 1 y 3, con el objetivo de comparar los resultados de los ensayos termográficos, con viviendas sin ningún tipo requerimiento térmico.



**Figura 24.- Edificio Calle Molí 1,3**

Fuente.- Google Maps

##### 4.3.1.- Características bloque nuevo

El edificio tiene forma rectangular alargada, con una orientación casi Norte-Sur, y de planta baja mas 3 alturas. Consta de 19 viviendas de las cuales 17 son de 3 dormitorios y 2 de 2 dormitorios, presentando todas ellas orientaciones opuestas lo que favorece sin duda la ventilación cruzada en verano.

Estas viviendas, cumplen con los requerimientos del actual CTE, y como tal cumple unas especificaciones térmicas mínimas tanto en cerramientos exteriores como en huecos. Asimismo, cuenta con una instalación de captadores solares térmicos para la producción de ACS.



**Figura 25.-** Fachada este .Edificio Calle Moli 1,3  
Fuente.- CENER



**Figura 26.-** Fachada este .Edificio Calle Moli 1,3  
Fuente.- CENER



**FACHADAS SUR Y OESTE**



**FACHADAS NORTE Y OESTE**

**Figura 27.-** Edificio Calle Moli 1,3  
Fuente.- CENER

#### **4.3.2.- Análisis termográfico**

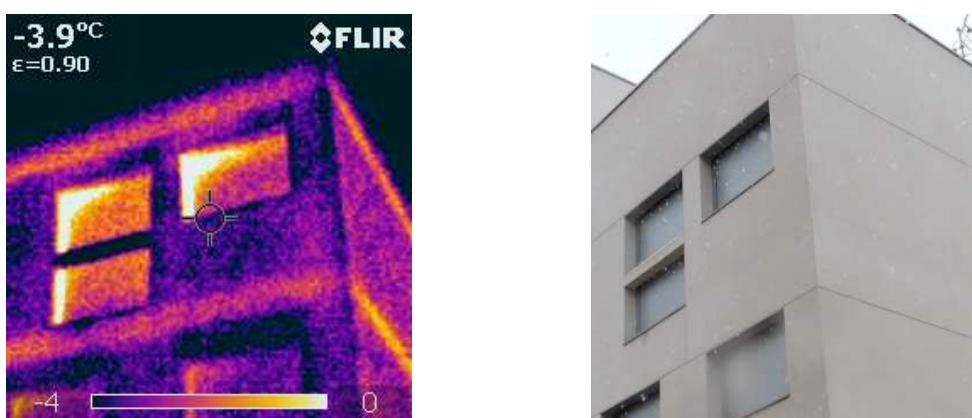
En las termografías que se muestran a continuación, se puede ver claramente la zona donde se encuentran los forjados, como franjas horizontales de colores más cálidos, por donde se pierde parte del calor de la vivienda. Aunque a simple vista pueda parecer que estas viviendas tiene más pérdidas y están peor construidas que las de los barrios antiguos, un análisis mas sosegado, lo que nos indican estas imágenes es que, la transmisividad es mucho mejor (mas baja) en los cerramientos que en los frentes de los forjados, algo que no pasaba en los edificios antiguos que la transmisividad era similar (e igual de mediocre) en ambas circunstancias.



**Figura 28.-** Edificio Calle Moli 1,3 fachada Oeste  
Fuente.- CENER

Además es bastante probable que en estas viviendas, la temperatura interior sea bastante superior que las viviendas antiguas (todas las viviendas tienen sistema de calefacción mediante bomba de calor, el nivel adquisitivo es superior...) con el consiguiente mayor flujo de energía hacia el exterior (sobre todo en días con temperaturas exteriores tan frías)

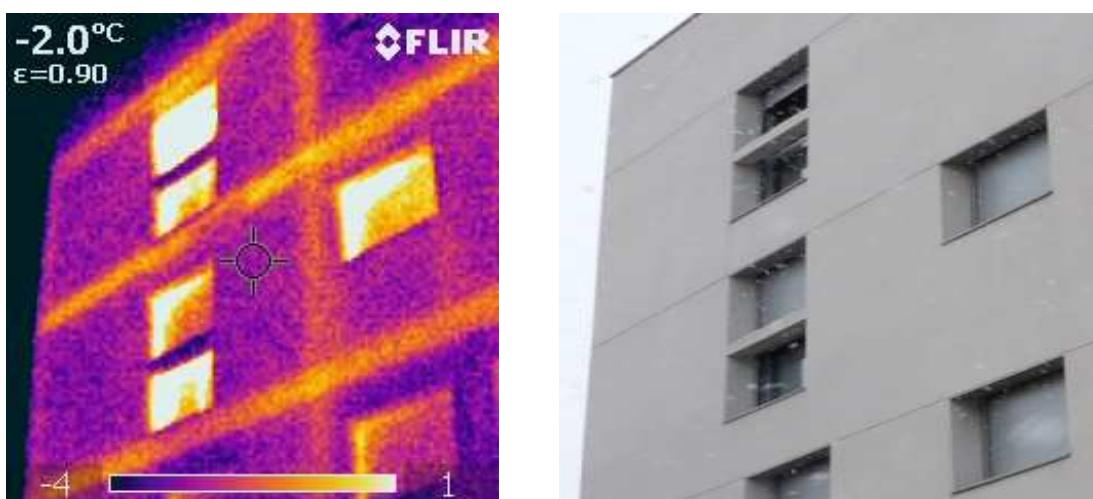
En las siguientes termografías, se vuelve a apreciar la diferenciación térmica de los forjados. Por otra parte, se puede comprobar que las ventanas siguen siendo los puntos más “débiles”, desde un punto de vista térmico del edificio.



**Figura 29.-** Edificio Calle Moli 1,3 Pérdidas en canto de forjados y carpinterías  
Fuente.- CENER



**Figura 30.-** Edificio Calle Moli 1,3 Pérdidas en canto de forjados y carpinterías  
Fuente.- CENER



**Figura 31.-** Edificio Calle Moli 1,3 Pérdidas en canto de forjados y carpinterías  
Fuente.- CENER

A pesar de poseer todas las ventanas vidrios dobles, existe (a pesar de las persianas) una clara pérdida de calor en todas ellas, y principalmente en los encuentros de la carpintería con su hueco. Esto puede deberse en parte a una posible mala ejecución en la colocación de las carpinterías, que posibilitan flujos de aire a través de grietas, y en gran parte a la considerable diferencia en los valores de transmitancia entre el cerramiento opaco y los vidrios y los marcos, sobre todo en viviendas CTE. Esto unido a una elevada temperatura de la vivienda, junto con la ya citada temperatura exterior baja, produce un flujo de calor interior-exterior muy importante.

## 5.- CONCLUSIONES

Los análisis termográficos son estudios complejos, en los que influyen multitud de variables, tal y como se ha descrito al inicio del documento. Es por ello que su interpretación es asimismo compleja y debe hacerse por personal cualificado. La información aportada por estos estudios es limitada, pues existen factores desconocidos, que pueden tergiversar los resultados. Así, los edificios antiguos analizados en este informe, presentan pocas discontinuidades térmicas para lo que cabría esperarse, esto no significa que el edificio tenga limitadas las pérdidas energéticas, sino que lo hace de manera uniforme por todo su cerramiento opaco. Por contrapartida en los edificios nuevos, la presencia delatora de las franjas en el frente de los forjados, no hace otra cosa que reflejar que es precisamente por ahí, por donde se producen las mayores pérdidas junto con las producidas en las ventanas.

De estas reflexiones pueden desprenderse ciertas conclusiones:

- **En los edificios antiguos:** la calidad energética de los edificios analizados es muy pobre – como casi todos los construidos en esa época – y las pérdidas de energía que se producen a través de sus cerramientos, tanto opacos como transparentes en muy grande. El potencial de ahorro de energía en estos edificios es muy grande, para lo cual sería necesaria una rehabilitación energética basada en una solución integral que renueve la envolvente por el exterior incluido nuevas carpinterías.
- **Es los edificios nuevos:** A pesar de la aprobación del CTE, los edificios nuevos presentan deficiencias que pueden ser subsanables. Los puentes térmicos en general y los frentes de forjado, pilares exteriores y los existentes en las carpinterías en particular, representan el talón de Aquiles de la construcción tradicional e España (desde un punto de vista de eficiencia energética), y debería ponerse más énfasis en su protección y su ejecución, ya que las pérdidas energéticas por ellos representan cantidades mas importantes de las que se presupone.