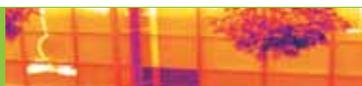
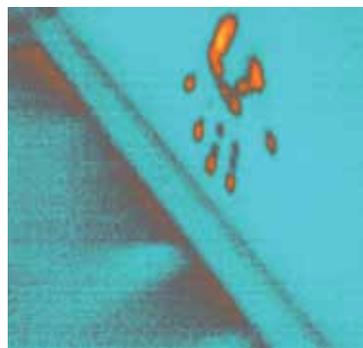
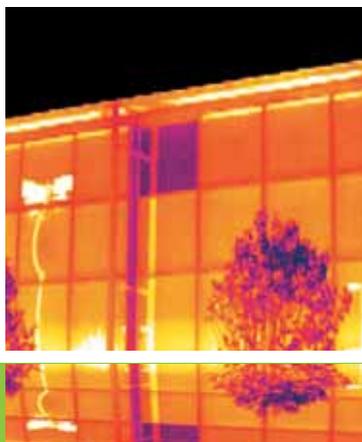
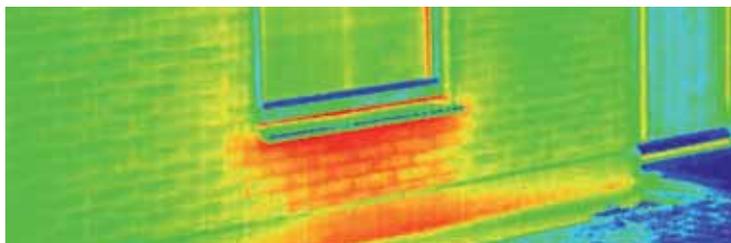
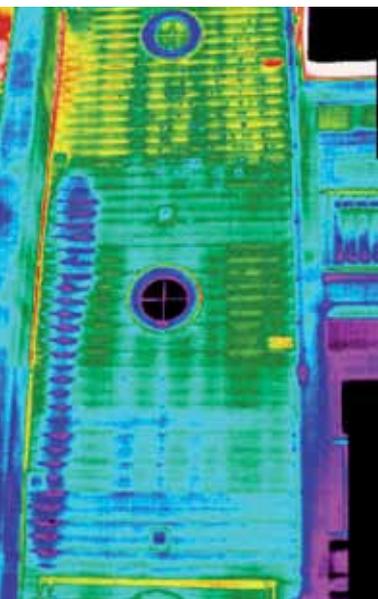




**APLITER**  
TERMOGRAFIA

[www.apliter.com](http://www.apliter.com)

Barcelona  
Sevilla  
Girona



# MANUAL DE INFRARROJOS PARA APLICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Guía informativa para el uso de infrarrojos en el sector de la construcción



## Introducción

Desde 1970 cada vez somos más conscientes de que los recursos energéticos son muy valiosos y limitados.

El sector de la construcción es el responsable del 40% del consumo energético de la Unión Europea y ofrece el mayor potencial individual de eficiencia energética. Debido a este enorme potencial, la Comisión europea ha elaborado una directiva para la regulación del rendimiento energético de los edificios, en la que ya se basan muchas leyes nacionales. Miles de negocios europeos ya están comprometidos, mientras que los certificados de rendimiento energético (EPC) se han convertido en obligatorios en muchos países de la Unión Europea para nuevas construcciones y reacondicionamientos de grandes edificios.

Esto, junto con los recientes paquetes de estímulo económico en muchos países, orientan la demanda hacia las comprobaciones de hermeticidad del aire y de otros métodos de investigación de la eficiencia energética.

Y a más largo plazo, es probable que veamos la aparición de directivas de la UE más estrictas para el ahorro energético

en edificios, ejemplificadas por las actuales conversaciones sobre tecnología de casas pasivas que se van a convertir en un estándar dentro de la UE. Esto ejercerá un gran impacto en muchos profesionales que trabajan en el sector de la construcción.

El empleo de una cámara infrarroja sola o combinada con otros métodos, por ejemplo, el método "puerta-ventilador", agiliza considerablemente el trabajo. Los rayos infrarrojos localizan con exactitud dónde se detectan pérdidas de energía, sin necesidad de efectuar ninguna prueba destructiva.

La termografía es la única herramienta para representar la pérdida de energía de un edificio. El método es rápido y las imágenes de IR junto con los informes de IR que produce la cámara son un argumento preciso y convincente.

Este documento es una guía exhaustiva para las inspecciones en edificios con termografía. Al realizar una inspección de infrarrojos, hay muchos detalles que se deben considerar. Además de conocer cómo funciona la cámara infrarrojos y cómo tomar imágenes, es importante conocer la física que rodea al edificio, y cómo se construye. Todo ello se debe tener en cuenta para comprender, interpretar y evaluar las imágenes infrarrojas correctamente.

En este documento no se pueden tratar todos los principios, conceptos y uso de sistemas para el análisis de las aplicaciones de edificios; sin embargo, hay cursos de formación con ITC (Centro de Formación de Infrarrojos) específicamente diseñados para aplicaciones de construcción.

La guía incluye:

- Aplicaciones infrarrojas en el sector de la construcción
- Funcionamiento de la cámara infrarrojos y consideraciones al comprar una cámara
- Consideraciones al tomar imágenes
- Software para crear informes profesionales
- Reportajes sobre aplicaciones de cliente sobre el terreno

# 1. La cámara infrarrojos y cómo funciona

Una cámara infrarroja no ve las temperaturas, registra la intensidad de la radiación en el área de infrarrojos. Es una radiación que no es visible a simple vista.

La cámara convierte la radiación infrarroja en una imagen visible. Las imágenes se presentan en una escala de grises o con diferentes paletas para facilitar su visualización. Aunque el ojo humano puede ver la radiación en el espectro electromagnético entre 0,4 - 0,7  $\mu\text{m}$ , el área infrarroja va de 0,9 - 14  $\mu\text{m}$ . Las cámaras que se utilizan en la inspección de construcciones trabajan en el área 8 - 14  $\mu\text{m}$ .

Hay un contexto entre la radiación electromagnética y la temperatura. Se explica en la ley de Stephan-Boltzmann:

$$W = \sigma \cdot T^4$$

W = Intensidad de la radiación

$\sigma$  = constante de Stephan-Boltzmann =  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

T = la temperatura medida en grados Kelvin.

Con la ayuda de esta fórmula, la cámara no solo ve la radiación de una superficie, sino que también calcula la temperatura en una superficie.

Para que las imágenes infrarrojas tomadas de las superficies sean más fáciles de comprender, es posible presentar una fotografía digital junto con la imagen infrarroja. Esto muestra al usuario exactamente dónde se ha tomado la imagen IR y qué se puede ver. Los infrarrojos son la herramienta perfecta para el diagnóstico de edificios.

# 2

## 2. Termografía de infrarrojos para el sector de la construcción

La inspección con infrarrojos (IR) es un medio potente y no invasivo de supervisión y diagnóstico del estado de los edificios. Una cámara de infrarrojos puede identificar problemas en una fase inicial, de forma que se pueden documentar y corregir antes de que se agraven y su reparación resulte mas costosa.

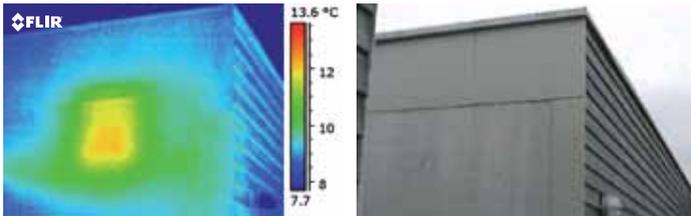
Una inspección con infrarrojos en el diagnóstico del edificio ayuda a:

- Visualizar las pérdidas de energía
- Detectar una falta de aislamiento o un aislamiento defectuoso
- Localizar fugas de aire
- Encontrar humedad en el aislamiento, en los tejados y muros, tanto en el interior como en el exterior
- Detectar moho y áreas mal aisladas
- Localizar puentes térmicos
- Localizar goteras en tejados planos
- Detectar roturas en las tuberías de agua caliente
- Detectar fallos de construcción
- Localizar averías en calefacción de suelo radiante
- Supervisar el secado de los edificios
- Detectar fallos eléctricos
- Encontrar averías en el tendido eléctrico y en la calefacción central
- Y mucho, mucho más.

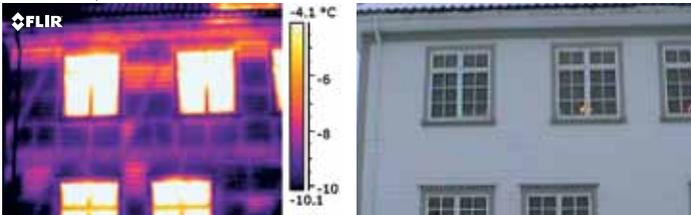
## Interpretación de las imágenes para aplicaciones de construcción

### Detección de aislamiento deficiente y fugas de aire

La termografía de infrarrojos es una excepcional herramienta para localizar defectos de construcción, como falta de aislamiento, delaminación de cubiertas, problemas de condensación y pérdida de energía "visible". La termografía también ayuda a evaluar los tejados planos en busca de aislamiento dañado o de humedad retenida.

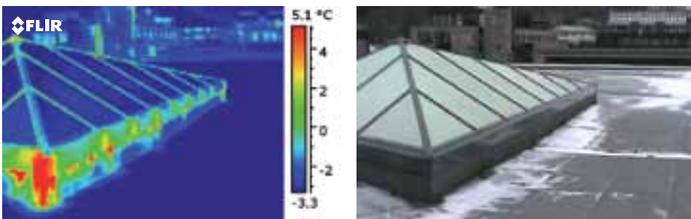


*Este edificio está más caliente en el interior. Es una construcción sándwich: hormigón - aislamiento - hormigón. Una sección del aislamiento falta, lo que no se puede apreciar visualmente desde el interior o el exterior. Aquí los infrarrojos pueden ver lo que el ojo humano no puede.*



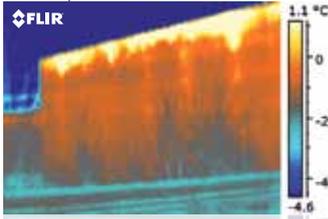
*Construcción de la estructura. En muchas de las secciones se aprecia la falta de aislamiento, que se indica por los colores más cálidos.*

Los edificios de oficina más grandes suelen tener un atrio en la parte central. Estos atrios suelen contar con una cafetería en el suelo y un tejado de cristal encima para dejar que entre la luz del sol.



*Techo acristalado sobre un atrio. Es estanco al agua, pero no al aire. El aire caliente sale debido a la sobrepresión y al aire frío que entra por el suelo de la cafetería. La solución es la estanqueidad al aire del techo acristalado.*

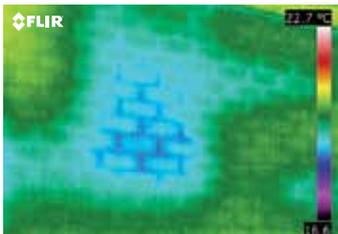
Los grandes almacenes con muros prefabricados y tejado bien aislado puede experimentar pérdida de energía en las uniones de estas piezas.



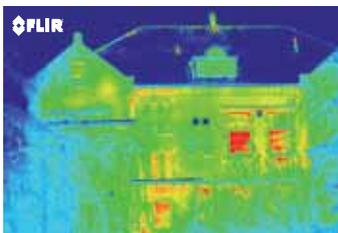
*Almacén con gran cantidad de aire caliente saliendo entre la pared y el tejado. Estas uniones deben ajustarse para evitar la pérdida de energía.*

### **Defectos de aislamiento**

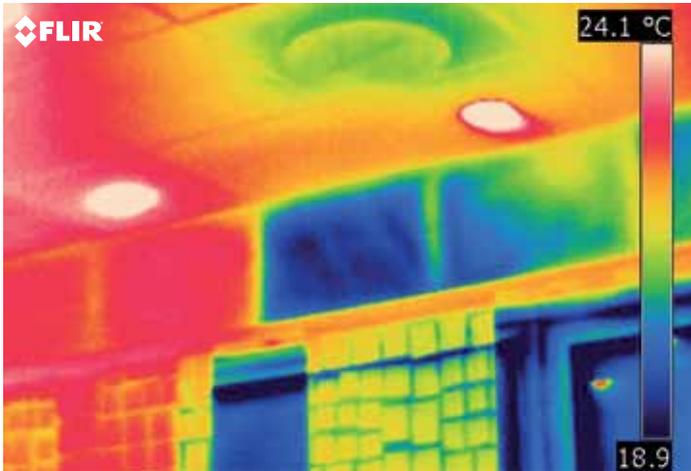
El grosor típico del aislamiento varía de un país a otro. En los climas fríos el aislamiento suele ser grueso. En los países con climas templados más cálidos, hay menos grosor o ninguno. Por otro lado, en los climas más cálidos se utiliza con frecuencia la refrigeración interior que requiere un aislamiento grueso para gestionar el consumo energético. Con una cámara de infrarrojos, como regla general debe haber al menos una diferencia de 10 °C entre la temperatura exterior e interior de los muros para obtener buenos patrones fáciles de ver. Si se utiliza una cámara con mayor resolución y sensibilidad térmica, la diferencia de temperatura puede ser menor.



*Falta aislamiento en partes del muro.*



*Inspección térmica desde el exterior, las áreas rojas representan falta de aislamiento o aislamiento defectuoso.*

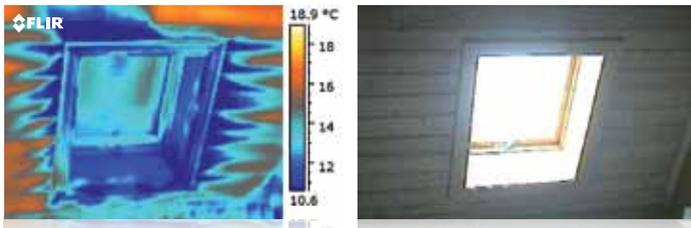


*La imagen infrarroja muestra claramente un aislamiento insuficiente en el muro sobre la ventana.*

### **Detección de fugas de aire**

No es raro encontrar fugas de aire en el envoltorio de un edificio. Una fuga de aire acarrea mayor consumo de energía, causando con frecuencia problemas en el sistema de ventilación, así como provocando condensación en la construcción que perjudica el clima en el interior. El 90% de las fugas de aire están causadas por un defecto en el panel climático.

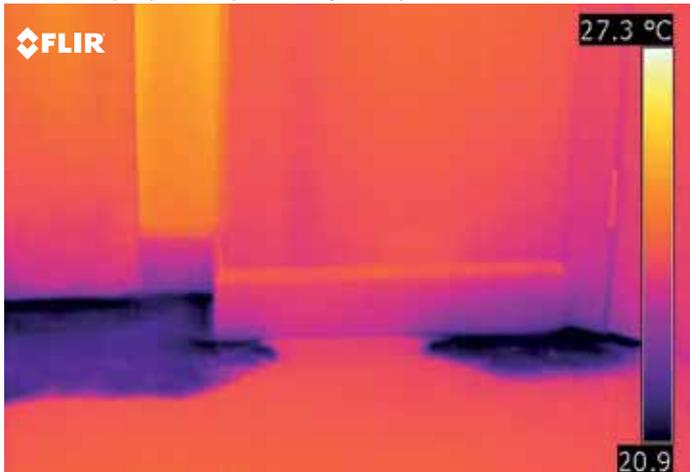
Para detectar fugas de aire con una cámara infrarroja, se necesita una diferencia de temperatura y de presión en la construcción. No es posible ver el aire. Sin embargo, con una cámara infrarroja, detectará los patrones característicos que se producen cuando el aire frío entra por una fuga de la construcción (recorre una superficie y la enfría). La inspección con infrarrojos siempre debería realizarse en el lado de la construcción con presión negativa.



*La imagen muestra fugas de aire entre el techo y la ventana, tomadas con presión negativa en el interior.*

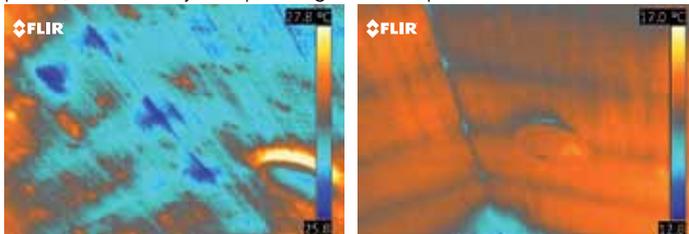
## Detección de humedad

Los daños por humedad constituyen la forma más común de deterioro de una casa. Las fugas de aire pueden causar condensación que se forma dentro de paredes, tejados o techos y el aislamiento húmedo tarda mucho tiempo en secarse y se convierte en el principal emplazamiento para el desarrollo de mohos y hongos. El escaneado con una cámara infrarroja puede localizar la humedad que crea un entorno propicio al desarrollo de mohos, lugares que nunca se pueden ver a simple vista. Se puede oler su presencia, pero no saber dónde se están formando. Una inspección con infrarrojos determinará dónde se localizan las áreas inherentemente húmedas que pueden provocar graves problemas de salud.



*Filtración de humedad en el suelo, imposible de ver a simple vista, pero visible con claridad con infrarrojos.*

La humedad puede ser difícil de detectar y el truco consiste en hacer que la construcción cambie la temperatura. Los materiales con humedad serán entonces claramente visibles, ya que cambian la temperatura con mucha más lentitud que los materiales secos. Mientras que otros métodos solo miden la temperatura en un punto, los infrarrojos exploran grandes superficies en un instante.



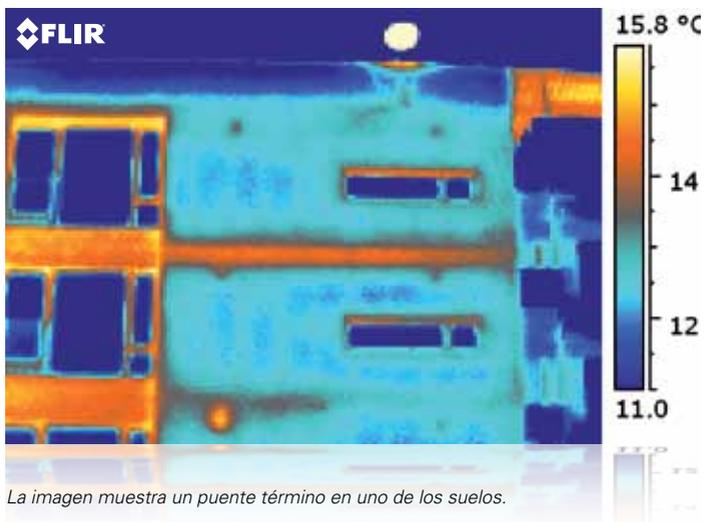
*Imágenes infrarrojas tomadas del mismo techo. En la imagen de la izquierda, la temperatura de la habitación ha cambiado por la calefacción, lo que hace que la humedad en el aislamiento aparezca claramente.*

## Puentes térmicos

Un puente térmico es un área con menos aislamiento debido a la construcción; como un pasador de metal, una viga, plancha o columna de hormigón. El calor seguirá la ruta más fácil desde el espacio calentado al exterior: la ruta con la menor resistencia. Con frecuencia el calor se "cortocircuitará" a través de un elemento que tenga una conductividad mucho mayor que el material circundante, lo que puede ser descrito como un puente térmico.

Los efectos habituales de los puentes térmicos son los siguientes:

- Menores temperaturas de la superficie interior; en el peor de los casos esto puede dar como resultado problemas de condensación, en particular en las esquinas.
- Pérdidas de calor significativamente mayores.
- Áreas frías en los edificios.



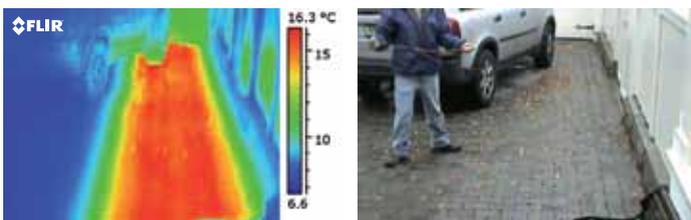


*Aquí, el puente se encuentra entre las vigas del techo y la pared adyacente.*

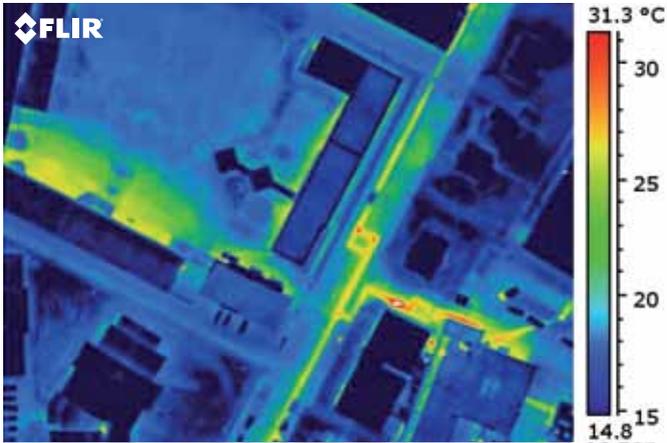
### **Líneas de abastecimiento y calefacción central**

En los climas fríos se utiliza la calefacción en pavimentos y vías de circulación. También es común la calefacción central, un sistema para distribuir el calor generado en una ubicación centralizada en hogares y comercios.

Una inspección termográfica puede detectar fácilmente cualquier defecto en los sistemas de calefacción bajo el suelo. Aunque haya nieve en el suelo, las líneas de conductos de calefacción son visibles con una cámara infrarroja.



*Pavimento con calefacción, pero solo una parte está funcionando.*



Una foto IR aérea ha identificado fugas o fallos de aislamiento en el sistema centralizado de calefacción urbana.

### Localización de fugas en tejados

Ya no es necesario sustituir el tejado completo, sino solo las zonas húmedas, lo que supone un enorme ahorro.

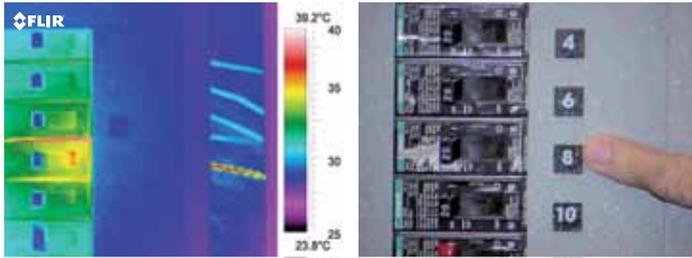
Usando el sol como calentador, es posible encontrar un aislamiento húmedo en un tejado con una cámara infrarroja. Durante el día, el sol calienta el tejado. Por la noche, el tejado se vuelve a enfriar, donde hay un aislamiento húmedo lo hace más lentamente. Esta área es claramente visible y se muestra más cálida en una imagen infrarroja.



El color amarillo en los tejados de los edificios indica que hay un problema de humedad o de aislamiento.

## Fallos eléctricos

Uno de los fallos más habituales en los edificios son fallos eléctricos.

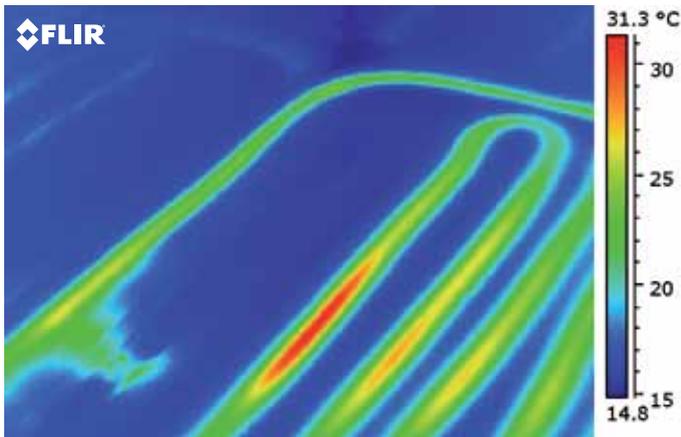


*Uno de los fusibles está sobrecalentado, un potencial riesgo de incendio.*

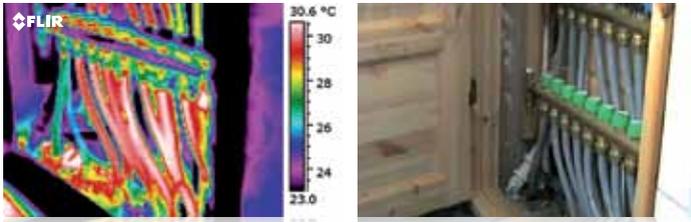
La mayor parte del tiempo estos problemas eléctricos son imperceptibles a simple vista, pero una cámara infrarroja hace visibles los puntos calientes en una imagen térmica. Puede escanear cuadros electrónicos, componentes e inspeccionar cables, conexiones y obtener una imagen instantánea de posibles problemas. Se puede detectar y reparar el área problemática antes de que se produzcan los verdaderos problemas. Los objetivos eléctricos comunes del sector de construcción son fusibles, paneles eléctricos e iluminación.

## Localización de fugas en la calefacción de suelo

La cámara infrarroja es una herramienta fácil de utilizar para localizar fugas en tuberías y conductos, incluso cuando las tuberías de agua están en el suelo o debajo de yeso. El calor de las tuberías se irradia a través de la superficie y el patrón se puede detectar fácilmente con una cámara infrarroja.



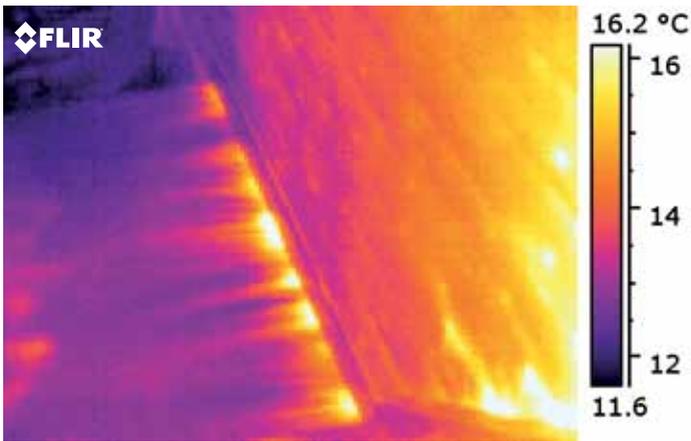
*La imagen anterior muestra una fuga de agua de una tubería de agua caliente en la calefacción del suelo.*



*Distribución de agua caliente.*

## **Olor**

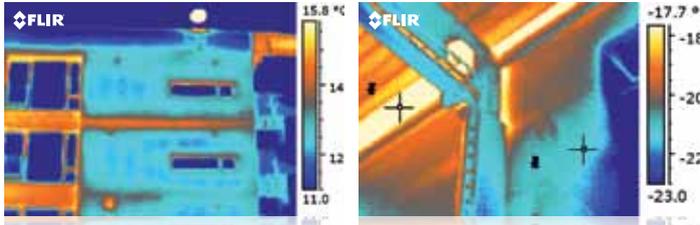
Las cámaras infrarrojas han resultado ser muy útiles para encontrar fugas entre casas. Las fugas entre casas conducen a un aislamiento sonoro defectuoso así como a olor de cigarrillos y otros olores desagradables. Al usar una presión negativa junto con una diferencia de temperatura, es fácil detectar fugas.



*El aire caliente entra en la placa base desde la puerta vecina.*

### Planta de almacenamiento en frío

Las plantas de almacenamiento en frío y las cámaras de almacenamiento en frío requieren un excelente aislamiento y estanqueidad. La temperatura habitual del interior en una planta de almacenamiento en frío es de  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La falta de aislamiento y las fugas producen condensación y hielo en la construcción, lo que crea la necesidad de más energía, y el hielo al final destruirá la construcción.



La imagen de la izquierda muestra fugas de aire en la conexión entre la pared y el techo, lo que produce una gran diferencia de temperatura. La imagen de la derecha muestra un puente frío entre la pared y el techo.

### Planificación de redesarrollo y control de calidad

La tecnología de infrarrojos se utiliza durante la planificación de la urbanización, pero también en el control de calidad y en la inspección de los nuevos edificios.

Durante el secado de la construcción, las imágenes infrarrojas permiten determinar el progreso de los procedimientos de secado para que se puedan tomar las medidas necesarias para acelerar el proceso.

Si este proceso se puede acelerar y se demuestra, con la ayuda de una cámara infrarroja, que la construcción está completamente seca, el edificio se puede entregar antes al cliente.

### Renovaciones de edificios

La termografía de infrarrojos proporciona valiosa información durante la renovación de edificios y monumentos. Las construcciones de estructuras ocultas por yeso pueden verse claramente en una imagen infrarroja. En este caso, se decide si merece la pena sacar a la luz esas estructuras. También se puede localizar el desprendimiento del yeso de las paredes en una etapa muy temprana, para que se puedan tomar medidas de conservación.

# 3

## 3. Física de la construcción

Para interpretar las imágenes infrarrojas correctamente, también necesita conocer como distintos materiales y estructuras influyen en las lecturas de temperatura de la superficie. Algunos de los factores más importantes que influyen en la temperatura y patrón de superficie son los siguientes:

### 1. Tipo de materiales usado en la construcción

Algunos materiales, por ejemplo, hormigón, son termalmente lentos, lo que significa que la temperatura cambia muy despacio. Otros materiales, como la mayoría de los metales, cambian rápidamente de temperatura. Para interpretar correctamente los resultados, el termógrafo tiene que saber si ha habido algún cambio importante de temperatura en el exterior o interior antes de realizar la inspección, ya que esto puede afectar a las lecturas de temperatura.

### 2. Cómo está construido el edificio

El muro exterior puede haberse construido con una capa de aire entre la capa exterior y el resto de la construcción. Dicho tipo de construcción no es adecuada para el control desde el exterior. Cualquier estructura en la construcción del muro se vuelve más fría vista desde el interior (siempre que esté más cálido en el interior). Y lo contrario se observa desde el lado frío. Son patrones característicos esperados y no hay nada incorrecto.



Imagem IR tomada desde el interior. La estructura es visible y también los tornillos que ajustan el panel que cubre la estructura. La esquina está claramente más caliente, lo que se llama efecto-esquina, pero no hay nada incorrecto allí.

### 3. Temperaturas en el interior y exterior

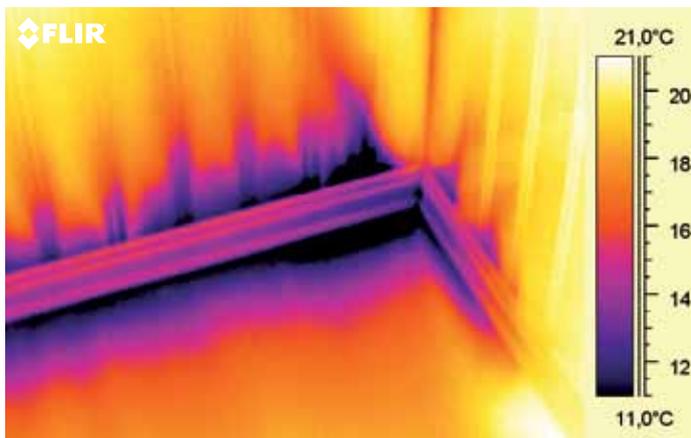
La falta de aislamiento, un aislamiento dañado o deficiente se representará claramente en la imagen térmica cuando hay al menos una diferencia de temperatura estable de 10 °C entre los dos lados del muro. Con frecuencia es posible realizar el trabajo con una diferencia de temperatura inferior, dependiendo de la capacitancia térmica de los materiales de construcción. La inspección se realiza normalmente tanto desde el interior como desde el exterior. Los mejores resultados se suelen obtener desde el interior debido a que hay menos influencias, pero para una mejor valoración general del edificio, se recomienda una inspección térmica complementaria desde el exterior.

El usuario debería conocer la temperatura interior y exterior, y necesita también saber si ha habido grandes cambios de temperatura durante las últimas 24 horas.

### 4. La diferencia de presión en la construcción hace visible las fugas de aire.

La diferencia de presión sobre la construcción hace que el aire fluya de un lado al otro si hay una fuga en la construcción. Una elevada diferencia de presión causa una elevada velocidad y, si no hay diferencia de presión, el aire no se mueve a través de una fuga y la construcción parece estanca.

La cámara infrarroja no ve el aire pero muestra las áreas que se han enfriado su el flujo. En la imagen se muestra el patrón característico (ver el ejemplo siguiente) del que se pueden extraer las conclusiones.



La imagen muestra fugas de aire en la placa de la base.

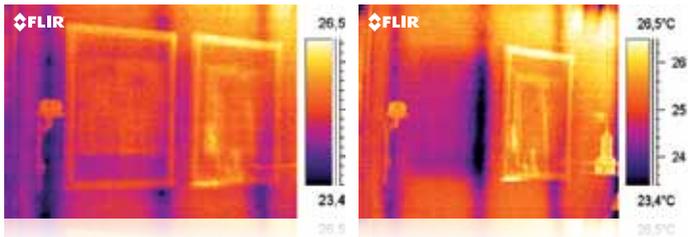
## 5. Influencia del exterior

La luz del sol y las sombras pueden producir patrones muy especiales en una superficie y se pueden ver varias horas después de haber finalizado la radiación del sol. El número de horas que se puede ver depende de los materiales de la construcción. No debería confundirse con patrones generados por la transferencia de calor en la construcción inspeccionada. Como ejemplo, el ladrillo cambia la temperatura más lentamente que la madera. El viento tiene un efecto poco claro y produce menos diferencias de temperatura en la superficie comparado con cuando no hay viento.

Las precipitaciones como la lluvia humedecen y enfrían la superficie. Al secarse, se produce la evaporación que a su vez enfría la superficie. Obviamente eso puede producir un patrón engañoso que es preciso tener en cuenta.

## 6. Influencia del exterior

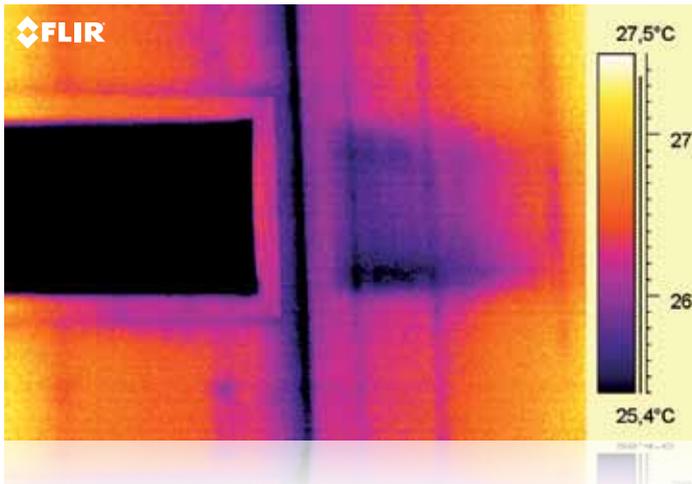
Un calentador calienta la superficie circundante. El aire de ventilación puede chocar contra una superficie y calentarla, o enfriarla localmente. Las librerías, vitrinas y cuadros colgados en la pared tienen un efecto aislante. Si todos estos elementos se retiran de la pared, detrás se muestra un patrón más frío.



*Estas dos imágenes están tomadas de la misma pared. La temperatura exterior es más fría que la interior. La imagen de la derecha muestra lo que ocurre cuando se retira un cuadro de la pared. La temperatura es más fría detrás de los cuadros y como el cuadro tiene el mismo tamaño que la distancia entre dos pilarejos de la pared, parece que falta aislamiento en la pared. El ejemplo muestra que es importante retirar los objetos de la pared al menos 6 horas antes de una inspección con infrarrojos.*

## 7. Reflejos del entorno

Al escanear objetivos reflectantes, asegúrese de cambiar su ángulo para eliminar los reflejos en la imagen. El reflejo podría proceder de su calor corporal, o de alguna otra fuente de calor en el área, una pieza de maquinaria, una bombilla o un transformador. Los reflejos le proporcionarán datos incorrectos en la imagen térmica y, si no se comprenden, será un error en los datos.



*La imagen muestra reflejos en una pared interior (a la derecha) desde la ventana a la izquierda.*

# 4

## 4. Búsqueda de la mejor solución para usted

Existen básicamente cinco requisitos esenciales que se deben tener en cuenta al evaluar la combinación apropiada de cámara, software y formación:

- 1) Resolución de la cámara
- 2) Sensibilidad de la cámara
- 3) Funciones adicionales de la cámara
- 4) Requisitos de software
- 5) Demandas de formación

### 1. Resolución de la cámara

Las cámaras más profesionales ofrecerán normalmente una resolución de 320 x 240 hasta 640 x 480 píxeles. 640 x 480 píxeles se está convirtiendo en un requisito estándar para los termógrafos profesionales. Los motivos de esta elección son entre otros:

*A: Una mayor resolución proporciona una mejor precisión de la temperatura y se detectan incluso los pequeños detalles a distancia.*

Una cámara con 640 x 480 píxeles tiene 307.200 puntos de medición en una imagen, cuatro veces más que una cámara con 320 x 240 píxeles y 76.800 puntos de medición. Una mayor resolución no solo mejora la precisión de la medición, sino que también existe una gran diferencia en la calidad de la imagen.

El mayor número de píxeles dará como resultado una imagen mucho más clara de pequeños detalles, pero también significa que las mediciones de temperatura serán mucho más precisas. Por supuesto, esto es muy importante al indicar exactamente dónde están los puntos calientes así como el grado de urgencia o peligrosidad del problema. Una imagen precisa, nítida y clara tiene un mayor valor al aumentar el crédito que le dan los usuarios. Es más fácil interpretar, comprender e identificar el objeto inspeccionado.



Imagen de 640 x 480 píxeles



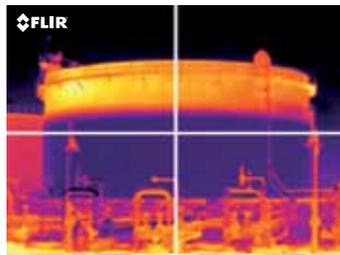
Imagen de 140 x 140 píxeles

### ***B: Una mayor resolución implica hay que tomar menos imágenes***

Mediante una cámara con una resolución mayor, puede cubrir un objeto de mayor tamaño en una sola imagen. Con una resolución inferior, se necesitan más imágenes para cubrir la misma zona con el mismo nivel de detalle. Mediante una cámara de 640 x 480 píxeles equipada con una lente de 45 grados, es posible inspeccionar el área un de muro de alrededor de 4 m x 3 m a 5 metros de distancia con solo una imagen. Para inspeccionar el mismo muro con una cámara de 320 x 240 píxeles con una lente también de 45 grados, se necesitarían cuatro imágenes a la mitad de distancia. El uso de una cámara de 640 x 480 representa un incremento en la eficacia, ya que no solo hay que capturar menos imágenes sobre el terreno, sino también durante la fase de documentación.



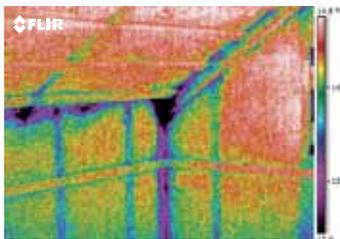
640 x 480 píxeles  
Se necesita una imagen IR



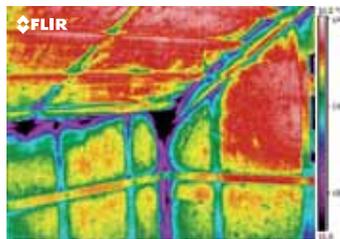
320 x 240 píxeles  
Se necesitan cuatro imágenes IR a la mitad de distancia.

## **2. Sensibilidad térmica**

Una sensibilidad alta de la cámara es particularmente importante en aplicaciones de construcción, en las que las diferencias de temperatura suelen ser pequeñas. Se necesita una mayor sensibilidad para capturar imágenes más detalladas y, por consiguiente obtener, un mejor diagnóstico para acciones posteriores.



Sensibilidad de 65 mK



Sensibilidad de 45 mK

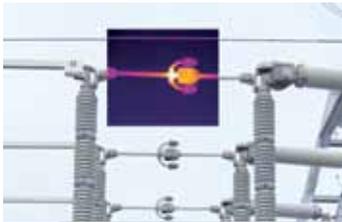
Cuanto mayor sea la sensibilidad, mejor será la cámara al capturar los detalles de imagen más precisos, incluso diferencias a baja temperatura. Arriba se muestran las diferencias de las imágenes IR tomadas desde el interior de una casa, con distinta sensibilidad de cámara.

Las cámaras menos avanzadas tienen menor resolución y normalmente oscilarán entre 80 x 80 hasta 320 x 240 píxeles. Aportarán una buena información cuando realiza inspecciones menos avanzadas y sirve como una excelente herramienta manual. Son compactas, fáciles de usar, toman imágenes que son suficientemente buenas y ofrecen la posibilidad de medir la temperatura y de guardar imágenes.

### 3. Funciones adicionales de la cámara añadidas

Como regla general, cuanto más avanzada sea una cámara infrarroja más funciones especiales se incluyen. La menos avanzada incluye un número limitado de funciones adicionales consideradas adecuadas para el propósito del usuario.

Casi todas las cámaras profesionales y también las cámaras menos avanzadas incorporan una cámara digital. Las cámaras profesionales también cuentan con una funcionalidad de fusión térmica y de imagen en imagen, que combina las imágenes térmicas e infrarrojas para ofrecer un mejor análisis y creación de informes.



*La función Imagen en imagen permite obtener una clara visión general de esta instalación de alta tensión.*



*Imagen visual*



*Termografía*



*Imagen de fusión térmica*

Algunos de los modelos más avanzados cuentan con funciones tales como GPS para marcar la imagen infrarroja en su localización geográfica, y un visor oscilable, función necesaria para su uso en exterior ya que muestra una imagen muy nítida sin que influya la luz ambiente ni los reflejos.

Si realiza la mayoría de su trabajo sobre el terreno, es práctico contar con una cámara multifunción. Esto significa que tendrá menos equipo del que cuidar, aumentando la eficacia del usuario.

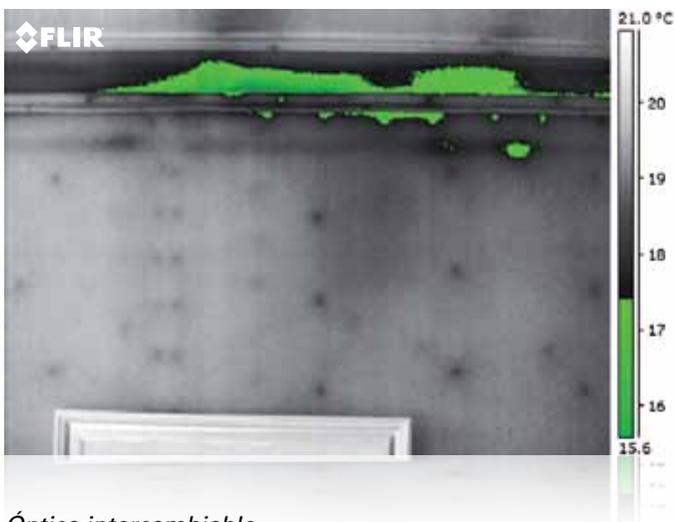
### ***Alarma de humedad relativa y alarma de aislamiento***

Las cámaras profesionales incluyen funciones de alarma específicas para edificios que son particularmente útiles en las aplicaciones de construcción: alarma de humedad relativa y alarma de aislamiento. La alarma de humedad relativa le alerta sobre las áreas en las que existe riesgo de condensación. En la imagen siguiente, se indica el área en riesgo en color azul.



*La imagen muestra reflejos en una pared interior (a la derecha) desde la ventana a la izquierda.*

La alarma de aislamiento muestra dónde se encuentran las áreas superiores o inferiores a una temperatura establecida indicándolas en un color diferente. En la imagen siguiente la temperatura se ha establecido en 17,5 °C y todas las áreas debajo de esa temperatura están claramente marcadas en verde.



### ***Óptica intercambiable***

Las cámaras infrarrojas más avanzadas cuentan con lentes intercambiables para un campo de visión más amplio.

### ***Creación de informes***

La posibilidad de presentar los resultados de una inspección con infrarrojos es una parte importante de la misma inspección. Todas las cámaras FLIR se suministran con el software básico de creación de informes, FLIR QuickReport, que facilita trabajar posteriormente con las imágenes y su colocación en una plantilla de informes predefinida.

Las cámaras más profesionales incluyen más funciones, con lo que la creación de informes es aun mejor y más eficaz sobre el terreno cuando se está en el exterior. La mayoría de estas cámaras, ofrecen posibilidades para introducir comentarios tanto de texto como de voz, directamente o mediante una PDA como parte de la imagen. Las imágenes infrarrojas y digitales están vinculadas y se presentan automáticamente unas al lado de las otras en un informe.

La necesidad de una creación eficaz de informes es de gran importancia y las cámaras multifunción con mayor resolución y sensibilidad de detección son importantes para producir las imágenes y lecturas de temperatura de mejor calidad.

#### **4. Requisitos de software**

El análisis de las imágenes infrarrojas y la creación de resultados de las inspecciones con infrarrojos es una importante tarea diaria para cualquier termógrafo profesional. Dependiendo de los requisitos de análisis y de creación de informes, podrá ayudarse con el software disponible:

##### ***FLIR BuildIR***

El software FLIR BuildIR funciona junto con una cámara infrarroja para visualizar y cuantificar los problemas relacionados con la construcción, como infiltración de aire, defectos de aislamiento, puentes térmicos y problemas de humedad en un informe profesional. Con sus nuevas y exclusivas funciones, también permite cuantificar y calcular el coste de las pérdidas de energía.

El software incluye un editor de imágenes para un análisis avanzado de la imagen infrarroja, una herramienta panorámica y una herramienta de sensor para realizar gráficos de las condiciones durante la inspección. La funcionalidad panorámica le permite unir varias imágenes para formar una imagen de mayor tamaño, como recortar y realizar correcciones de perspectiva. Otras características destacadas son la función de cuantificación de cuadrícula/área, la calculadora de estimación del coste energético y plantillas personalizables para los informes relacionados con la construcción.

##### ***FLIR Reporter***

FLIR Reporter es un software para el análisis de imágenes avanzado y creación de informes profesionales. El software admite funciones avanzadas de la cámara como fusión de intervalo, imagen en imagen, función panorámica y de predicción de tendencias, la posibilidad de realizar el seguimiento de la información térmica de las inspecciones con infrarrojos para ayudar a los planes de mantenimiento predictivo y preventivo.

Reporter también es compatible con cámaras IR con capacidad GPS incorporada. Permite a los usuarios añadir fácilmente a los informes mapas, direcciones, lectura de longitud y latitud. FLIR Reporter está basado en Microsoft Word, por lo que los usuarios podrán crear informes de manera fácil e intuitiva usando el corrector ortográfico, las herramientas de formato y las plantillas personalizadas para la aplicación de creación de informes FLIR. Otras funciones avanzadas incluyen zoom digital, cambios en la paleta de color, reproducción de comentarios de voz grabados sobre el terreno y conversión automática de informes al formato Adobe .pdf.

#### **5. Demandas de formación**

FLIR coopera con el Centro de Formación de Infrarrojos (ITC), un centro de formación internacional independiente que cuenta con la certificación ISO. El ITC ofrece desde breves cursos de introducción hasta cursos de certificación. Para obtener más información, visite [www.infraredtraining.com](http://www.infraredtraining.com).

# 5

## 5. Realización de una inspección termográfica

Una inspección termográfica puede ser una inspección realizada en el interior o en el exterior. El auditor de energía decide qué método es el que puede ofrecer los mejores resultados bajo determinadas condiciones climatológicas. Las exploraciones de interior son las más comunes, porque el aire caliente que sale de un edificio no siempre se desplaza por los muros en una línea recta. La pérdida de calor detectada en un área del muro exterior se puede haber originado en otro lugar del interior del muro. Además, es difícil detectar las diferencias de temperatura en la superficie exterior del edificio cuando hace mucho viento. Debido a esta dificultad, las inspecciones de interior suelen ser más precisas porque se benefician de un menor movimiento de aire.

Lo más importante que hay que tener en cuenta al realizar una inspección termográfica es igual para un domicilio familiar o para un edificio industrial.

### 1. Definir la tarea

Comience la tarea entrevistando al propietario sobre las condiciones del edificio. En este caso particular, vamos a inspeccionar una casa de ciudad, en la que se ha informado de un elevado uso energético. El propietario nos indica que hace frío dentro, especialmente en condiciones de mucho viento y en particular una habitación está fría, con independencia del viento exterior.

### 2. Comenzar desde el exterior

Comience la inspección termográfica desde el exterior. Desde aquí se pueden localizar rápidamente los puentes de frío o la falta de aislamiento. También es importante tomar algunas imágenes donde las condiciones parecen estar bien. Esto nos permitirá comparar el resultado con imágenes que muestran fallos para evaluar el grado de los distintos problemas encontrados.

### 3. Configurar una prueba de puerta-ventilador

Las exploraciones termográficas se suelen utilizar ejecutando una prueba de puerta-ventilador. Esta prueba exagera las fugas de aire a través de defectos del cerramiento exterior del edificio. Las fugas de aire aparecen como franjas de color negro en el visor de la cámara infrarroja.

Un sistema de puerta ventilador incluye tres componentes: un ventilador calibrado, un sistema de panel de puerta y un dispositivo para medir el flujo del ventilador y la presión del edificio. El ventilador se fija temporalmente a una puerta exterior usando sistema de panel de puerta. El ventilador se utiliza para infiltrar aire dentro y fuera del edificio, lo que crea una pequeña diferencia de presión entre el interior y el exterior. Esta diferencia de presión fuerza el aire a través de todos los orificios y penetraciones del cierre exterior del edificio. Cuanto más estanco sea el edificio (por ejemplo, menos orificios), menos aire necesita la puerta-ventilador para crear un cambio en la presión del edificio.

Una inspección termográfica siempre debería realizarse con presión negativa. Con la puerta-ventilador, creamos una presión negativa en el interior de 50 Pa. La prueba de puerta-ventilador claramente muestra que la casa pierde aproximadamente un 50% más de lo permitido por la legislación. El siguiente paso es encontrar las fugas y cualquier otra área problemática.



*El equipo de la puerta-ventilador se instala normalmente en la puerta de entrada.*

#### 4. Exploración térmica del interior

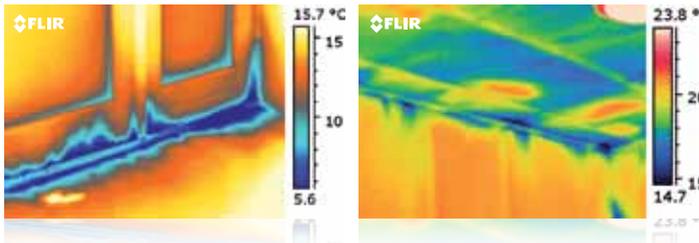
Para prepararse para la exploración térmica del interior, el inspector debería tomar medidas para asegurar un resultado preciso. Entre ellas se incluye retirar el mobiliario de las paredes exteriores y quitar las cortinas. Las imágenes termográficas más precisas suelen tener lugar cuando hay una gran diferencia de temperatura (al menos 10 °C) entre las temperaturas del aire interior y exterior.

Ahora comenzamos a inspeccionar cada habitación de la casa con la cámara infrarroja. Cuando se toman imágenes, hay que ser muy preciso sobre donde fueron tomadas. Una buena idea es marcar con flechas en el suelo los ángulos desde los cuales se tomaron las imágenes térmicas.

#### 5. Análisis y creación de informes

Cuando se hayan inspeccionado todas las habitaciones, deberá volver a la oficina para realizar el análisis de las imágenes y resumir las conclusiones en un informe. El análisis y la creación de informes se realiza con el software FLIR BuildIR.

A continuación hay dos ejemplos de fallos localizados en la casa y parte del motivo por el que la casa está fría y pierde energía:



*La imagen de la izquierda muestra fugas de aire entre la hoja de la puerta y el umbral. El patrón es característico. La imagen de la derecha muestra fugas de aire por la cornisa y un aislamiento defectuoso en el techo.*

# 6

## 6. Estándares

El estándar europeo actual de la generación de imágenes térmicas para construcciones es el 13187. *Rendimiento térmico de edificios. Detección cualitativa de irregularidades termales en envoltentes del edificio, método infrarrojo* (ISO 6781: 1983 modificado).

También hay un estándar para la prueba de puerta-ventilador, utilizada habitualmente junto con la inspección termográfica; 13829. *Rendimiento térmico de los edificios.. Determinación de la permeabilidad del aire de los edificios. Método de presurización mediante ventilador* (ISO 9972: 1996 modificado).



## 7. Reportajes sobre aplicaciones

Infórmese acerca de cómo nuestros clientes están usando las cámaras infrarrojas FLIR para el diagnóstico de construcciones y con fines de auditoría de energía:

### **Vehículos buscadores de calor examinan hogares en el Reino Unido para detectar un aislamiento deficiente.**

**Thermascan, especialista en infrarrojos situado en el Reino Unido, ha diseñado vehículos móviles buscadores de calor para examinar el estado del aislamiento en casas.**

Funcionando de noche y durante la época de calefacción, el sistema de generación imágenes de multitecnología determina la dirección de cada propiedad y produce un veredicto de eficiencia energética que se adjunta a una imagen térmica.

Este sistema de vanguardia está equipado con una cámara térmica de elevado calibre, la FLIR SC620, que puede registrar imágenes mientras el vehículo circula entre 16 y 24 km/h. "Un elemento crucial para esta aplicación es la salida digital Firewire de la cámara que nos permite realizar análisis en tiempo real de las imágenes de la propiedad", explica el diseñador del sistema Dave Blain. "También cuenta con un detector de 640 x 480 que proporciona la elevada resolución que precisamos para capturar tantos detalles como sea posible. Podemos inspeccionar hasta 5.000 propiedades en un único turno de noche", continúa Dave Blain. "Y al final, el sistema clasifica automáticamente los resultados de acuerdo con el aislamiento necesario".



*La imagen muestra reflejos en una pared interior (a la derecha) desde la ventana a la izquierda.*

## La cámara IR serie FLIR B optimiza la construcción de casas pasivas

**A medida que se disparan los precios de la energía, el mercado de la construcción de casas con bajo consumo de energía es cada vez más prometedor en toda Europa. AIROPTIMA está usando cámaras infrarrojas para comprobar el estado del edificio y la circulación de aire durante y después de la fase de construcción.**

Las casas pasivas se deben planificar y construir con cuidado. “El proceso de construcción debe ser supervisado muy de cerca”, afirma Markus Meyer, propietario de AIROPTIMA, una empresa de consultoría de construcción especializada en problemas HVAC para edificios residenciales y, en particular, casas ecológicas. “Una cámara infrarroja combinada con el procedimiento de puerta-ventilador es un instrumento perfecto para detectar diferencias de temperatura de una forma no destructiva y sin contacto”. Estas diferencias de temperatura son los principales indicadores de los fallos en la construcción del edificio, puentes calientes o fugas de aire.

Meyer utiliza una FLIR B360 que cuenta con funciones de medición específicas para este tipo de aplicaciones para inspeccionar la construcción después de cada etapa y después de haberse finalizado la casa. Con frecuencia utiliza las funciones de alarma de humedad y aislamiento de la cámara así como la funcionalidad de Imagen en imagen. Sus informes para los propietarios de edificios, arquitectos o asesores de energía están realizados con el software FLIR Reporter y contienen sugerencias sobre los aparatos que se deben utilizar para optimizar la calefacción y ventilación de la casa.



*La imagen infrarroja muestra la calidad del aislamiento de una casa de bajo consumo energético*

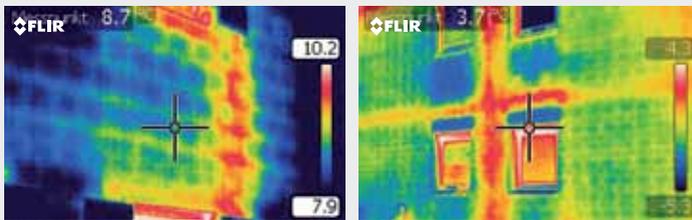
## La cámara infrarroja nos dice la verdad sobre paredes y fachadas

**La calidad del aislamiento de construcciones es una cuestión acuciante a medida que aumentan los costes de calefacción. Una cámara infrarroja para las aplicaciones de construcción con la ayuda de un ojo experto pueden ayudar considerablemente a ahorrar energía. Buchstaller de Alemania es una empresa especializada en la evaluación de daños por agua y en la inspección termográfica de edificios residenciales.**

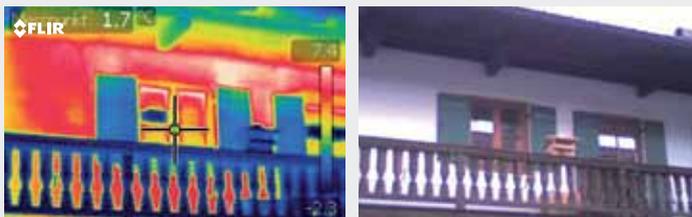
"Las inspecciones de edificios y de fugas de suelo son nuestras aplicaciones principales", afirma Günther Buchstaller, un maestro albañil y yesero. Además, la cámara ayuda a mostrar a Buchstaller o a su socio comercial Martin Gastager donde no perforar cuando se están realizando inspecciones de fugas o valoraciones de daños por agua, un activo en una región donde la calefacción en el suelo es muy habitual.

Buchstaller ha elegido la cámara infrarroja FLIR B360: "El tamaño de la pantalla de la cámara es muy importante, no solo para la comodidad del usuario sino para el cliente que encuentra impresionante la tecnología, la unidad de lente oscilable es muy práctica y el peso de la cámara hace que el trabajo sea muy fácil."

El aumento desorbitado de los costes y una tecnología asequible están abriendo un nuevo mercado y perspectivas de servicio a los profesionales de la construcción. Buchstaller espera amortizar su cámara infrarroja en dos años.



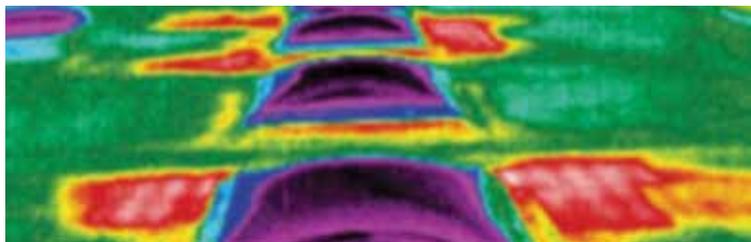
*Ejemplos de aislamiento ineficaz de tuberías entre la cocina y el baño*



*Aislamiento deficiente sobre la ventana del balcón*







¿Cuál es su aplicación?

¿Qué tipo de cámara infrarroja es mejor para sus necesidades?

Para hablar con un experto en cámaras infrarrojas, póngase en contacto con:

---

**FLIR Systems AB** (oficina central)  
Suecia  
World Wide Thermography Center  
+46 (0)8 753 25 00  
sales@flir.se

**FLIR Systems Ltd.**  
Reino Unido  
+44 (0)1732 220 011  
sales@flir.uk.com

**FLIR Systems S.r.l.**  
Italia  
+39 (0)2 99 45 10 01  
info@flir.it

**FLIR Systems GmbH**  
Alemania  
+49 (0)69 95 00 900  
info@flir.de

**FLIR Systems Sarl**  
Francia  
+33 (0)1 41 33 97 97  
info@flir.fr

**FLIR Systems AB**  
Bélgica  
+32 (0)3 287 87 10  
info@flir.be

---

Le invitamos a que nos visite en:  
[www.flir.com](http://www.flir.com)