

## APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA INFRARROJA AL CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA ACÚSTICO

PACS: 43.55.Rg

Lasierra Liarte, Joaquín; Martínez Gómez, Francisco Javier  
Grupo de Vibroacústica de la Universidad de Zaragoza.  
C/ María de Luna s/n – Edificio Betancourt. Campus Universitario Río Ebro  
50018 Zaragoza.  
Tel: 976 762 162. Fax: 976 762 189  
E-Mail: [joaquin@grupovac.org](mailto:joaquin@grupovac.org); [fjmargo@unizar.es](mailto:fjmargo@unizar.es)

### ABSTRACT

Among the various factors involved to satisfy the requirements of DB-HR, it highlights the need for a exhaustive execution control. An execution control on acoustics is critical to avoid surprising results that can lead to costly corrective actions in time and in terms of economy. Following the above mentioned concept, it seems logical implementing tools that allow the realization of a execution control objective and non-destructive, as the use of infrared technology, thus avoiding potential problems that otherwise will be detected only after the completion of the work by means of in situ measurements.

### RESUMEN

Entre los diversos factores implicados en garantizar el efectivo cumplimiento de las exigencias establecidas en el DB-HR, cabe destacar la necesidad de un exhaustivo control de ejecución. Un control de ejecución relativo a los aspectos acústicos de la edificación es fundamental para no encontrarse con “desagradables sorpresas” que pueden implicar la necesidad de acometer actuaciones correctoras de elevado coste tanto en lo referente al tiempo de ejecución de las mismas (siempre y cuando sean posibles) como a los inevitables sobrecostes económicos. Tras lo anteriormente expuesto, parece lógica la necesidad, por parte de la dirección de ejecución, de contar con herramientas que permitan la realización de un control de obra objetivo y no destructivo a medida que las tareas de construcción avanzan. Entre estas herramientas cabe citar la utilización de la tecnología infrarroja, que permite diagnosticar de manera anticipada posibles problemas que de otro modo sólo podrían ser detectados mediante mediciones in situ, una vez concluido el edificio con todo lo que ello implica.

### INTRODUCCIÓN

Tras el tiempo transcurrido desde la entrada en vigor del DB-HR, podemos afirmar que, pese a no existir, dada la actual coyuntura económica, un número suficientemente elevado de edificaciones, los proyectistas van adaptándose con relativa normalidad a los requerimientos recogidos en este documento. Existen varias herramientas informáticas que nos ayudan a satisfacer las exigencias del DB-HR y por lo tanto, poco a poco, se van solventando una serie de problemas relativos a cuestiones de cálculo.

Como es sabido, una de las principales aportaciones del DB-HR radica en la posibilidad de verificar su cumplimiento mediante la realización de medidas de aislamiento in situ. En este punto surgen preguntas sobre el posible reparto de responsabilidades que podría derivarse de un hipotético no cumplimiento de los requerimientos de dicho documento. No es objeto de este trabajo tratar esta cuestión, pero sin embargo, sí se pretende proponer herramientas que impidan, en la medida de lo posible, evitar los problemas asociados al incumplimiento del DB-HR.

Parte de la problemática que rodea a la consecución en obra de un valor aislamiento acústico real coherente con el valor teórico de proyecto calculado, radica en la dificultad de realizar un seguimiento secuencial del proceso constructivo de los edificios. Si bien es cierto que se ha trabajado mucho en el campo del control de ejecución acústico y existen diversos documentos en los que se recogen los criterios más importantes para garantizar el alcance de los objetivos propuestos, no dejamos de estar ante una tarea laboriosa que implica un cambio de filosofía en el modo de trabajar de los gremios de la construcción y conlleva un gran esfuerzo de planificación de cada unas de las fases de la obra por parte de la Dirección Facultativa. Debido a la dificultad, y puede considerarse que el tiempo que el Director de Ejecución puede dedicar al control de ejecución es limitado, resulta razonable buscar y adaptar herramientas existentes que faciliten esta labor de control de ejecución, sin olvidar, por supuesto, los criterios básicos mencionado anteriormente.

## PRESTACIONES DE LA TECNOLOGÍA INFRARROJA

En ocasiones están a disposición de los técnicos tecnologías que a pesar de haber sido desarrolladas para aplicaciones muy específicas pueden llegar a utilizarse en otros ámbitos a partir del estudio de relaciones entre conceptos físicos, consiguiéndose de esta manera llegamos nuevas utilidades que nos pueden ayudar en nuestros propósitos. De acuerdo con este planteamiento propondremos en la presente publicación el uso de la tecnología infrarroja en el ámbito de la acústica de la edificación..

Las cámaras termográficas son equipos compactos diseñados para realizar trabajos de campo de manera muy eficiente. Estos equipos ya forman parte de los recursos de muchas ingenierías que los utilizan para aplicaciones relacionadas con la edificación tales como detección de humedades, identificación de puentes térmicos, etc.



*Figura 1. Puentes térmicos identificados en los forjados.*

Nuestro planteamiento no es otro que utilizar, para realizar un control de ejecución acústico de la edificación, los recursos que actualmente se usan en otras disciplinas asociadas a la construcción

con el objetivo de detectar defectos, relativos a características acústicas, en obra a medida de manera secuencial con el proceso de ejecución constructiva, evitando de esta manera tener que esperar a la verificación final, momento en el que las medidas correctoras son más costosas y de más difícil ejecución.

Es importante precisar que, a diferencia de determinados usos de carácter "térmico" en las aplicaciones que mostraremos en apartados posteriores, haremos uso de la termografía "cualitativa", es decir seremos capaces de detectar una posible deficiencia pero no de cuantificarla. No olvidemos que las cámaras termográficas nos aportan datos térmicos y que será tarea de los técnicos a cargo del estudio establecer las oportunas correlaciones termo- acústicas aplicables a los recintos, siempre y cuando ello sea posible.

## **RELACIÓN AISLAMIENTO ACÚSTICO-IMAGEN INFRARROJA**

En el apartado anterior se menciona la concepción inicial de las cámaras termográficas en edificación. Por lo tanto puede no encontrarse, a priori, la relación con la acústica de un edificio. Para utilizar esta herramienta con el propósito que se persigue, por todo la base de la aplicación acústica de las cámaras termográficas radica en el establecimiento y comprobación de las oportunas correlaciones que podríamos llamar "termoacústicas"

En el estudio de acústica en edificación suele incidirse de forma reiterada en las diferencias entre el aislamiento térmico y el aislamiento acústico. Recordemos que, no hace mucho, era habitual que materiales con propiedades térmicas fueran publicitados y utilizados, de manera errónea, como "aislantes acústicos" otorgándoseles, a veces de manera intencionada, características acústicas que podían o no poseer.

En el presente trabajo lo que se pretende encontrar aquellos posibles aspectos que permitan relacionar las propiedades térmicas de algunos materiales con los conceptos conocidos de aislamiento acústico. La búsqueda de estas relaciones nos lleva a trabajar en dos direcciones:

### **Detección de irregularidades en la colocación de materiales que comparten propiedades térmicas y acústicas.**

Un espectro considerable de los materiales que se usan para incrementar el aislamiento acústico de un elemento constructivo responden al grupo de los materiales absorbentes fibrosos (lana de roca, fibra de vidrio, etc.). Estos materiales que se colocan en el interior de las cámaras de aire de los elementos constructivo, por un lado tienen un peso importante en el aislamiento acústico de los sistemas constructivos, considerados en su conjunto y a su vez son fundamentales en cuanto a la obtención de un buen aislamiento térmico, tal y como ocurre por ejemplo en el caso de los , cerramientos de fachada.

Una defectuosa o discontinua colocación de estos materiales en el interior de una cámara puede detectarse con una cámara termográfica siempre y cuando la diferencia entre temperatura entre interior y exterior fuerza suficientemente amplia. Es imprescindible recordar que la cámara mostraría un puente térmico en la imagen infrarroja y sería trabajo del técnico asociar dicho defecto térmico a un puente acústico.



Figura 2. Material absorbente del interior de la cámara uniformemente colocado.



Figura 3. Defecto en la colocación de material absorbente tras la placa de yeso laminado.



Figura 4. Puente térmico-acústico debido a que no se ha colocado material absorbente de forma uniforme en la cámara del techo suspendido.



Figura 5. Puente térmico-acústico debido a que no se ha colocado material absorbente en el trasdosado a su paso por el pilar.

### Detección de falta de estanqueidad

La falta de estanqueidad es sin duda uno de los problemas que más merman el aislamiento de un cerramiento. El paso de aire a través de un cerramiento, en los encuentros entre elementos constructivos y a través de perforaciones para el paso de instalaciones, puede suponer una pérdida importante del aislamiento acústico previsto en los cálculos. Como vemos en la siguiente figura, el índice de reducción sonora disminuye críticamente a medida se la estanqueidad es menor.

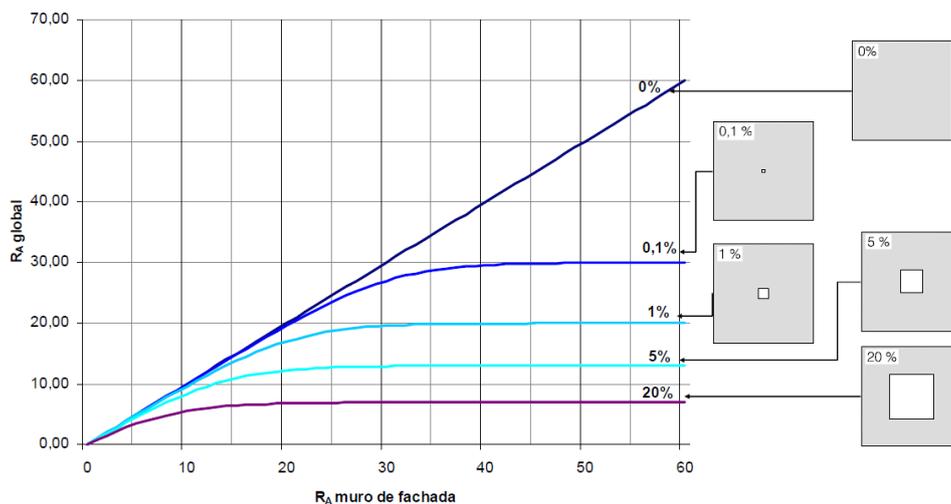
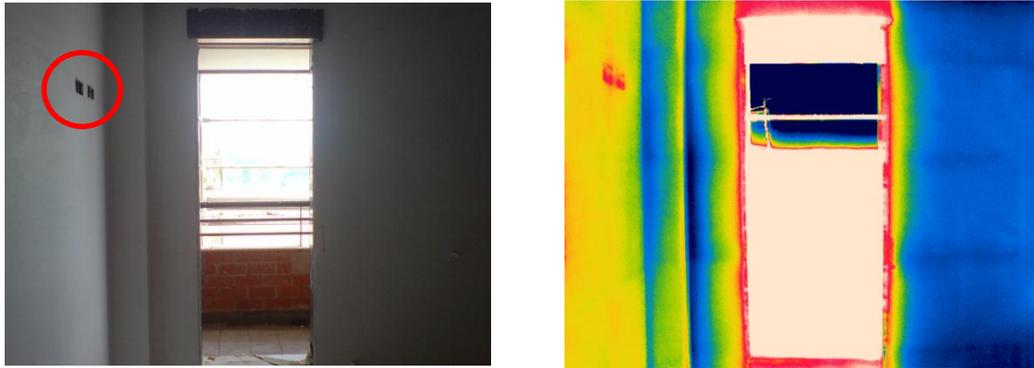
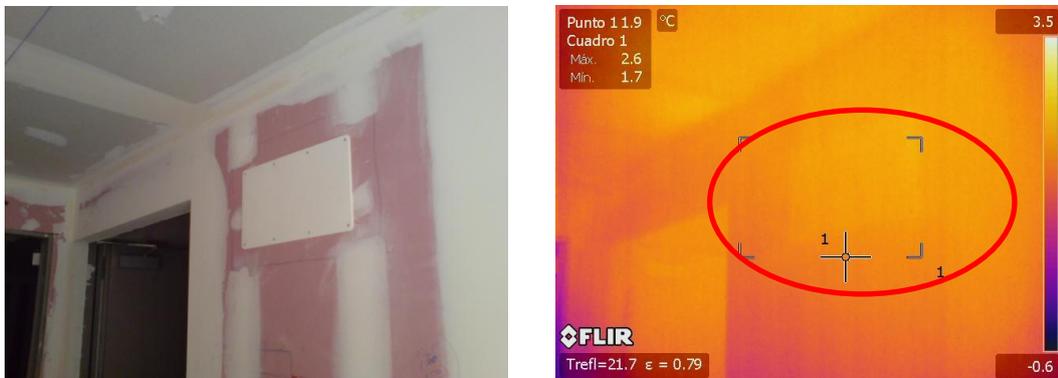


Figura 6. Pérdida de aislamiento acústico debida a la falta de estanqueidad.

- 1) *Falta de estanqueidad en las perforaciones destinadas a la ubicación de las instalaciones en los cerramientos.* Estos defectos ocurren típicamente en las cajas de mecanismos. En una caja de mecanismos con un sellado incorrecto se produce cierta circulación de aire, y por lo tanto transmisión de ruido, que podemos apreciar en la imagen infrarroja ya que esa zona próxima a donde circula el aire se encuentra a temperatura diferente.



*Figura 7. Puente acústico debido a deficiente sellado de cajas de instalaciones.*



*Figura 8. Caja de mecanismos correctamente cerrada y estanca. Apenas se aprecia variación de temperatura respecto del cerramiento.*

- 2) *Falta de estanqueidad en los encuentros entre elementos constructivos y huecos.* Estos defectos ocurren típicamente en los encuentros de elementos constructivos con ventanas y puertas. Si encontramos un deficiente sellado que permite el paso del aire estaremos ante un puente acústico.



Figura 9. Puente acústico debido a la inexistencia de tratamiento acústico del capialzado.

Es cierto que en ocasiones la diferencia entre la temperatura exterior e interior no es suficiente para apreciar este tipo de defectos únicamente con una cámara termográfica. En estos casos es conveniente crear una diferencia de presiones entre interior y exterior tal que exista flujo de aire capaz de introducirse por las zonas con sellados defectuosos, y por lo tanto, “refrigerar” los elementos constructivos afectados. Al producirse dicho enfriamiento la imagen termográfica muestra menor temperatura en los sellados defectuosos de los elementos constructivos con los huecos. Para generar esta diferencia de presiones existen equipos portátiles diseñados para este cometido y cuya aplicación habitual es identificar fugas térmicas a través de los cerramientos.

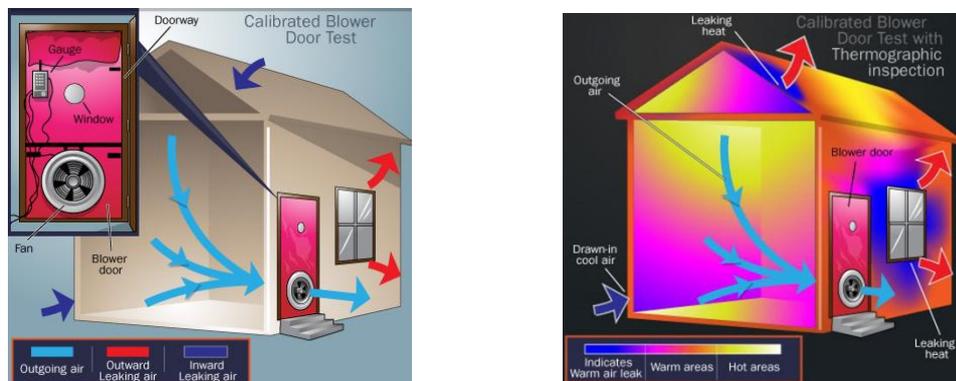


Figura 10. Esquema del equipo dispuesto para crear una diferencia de presión que permita identificar las infiltraciones de aire.

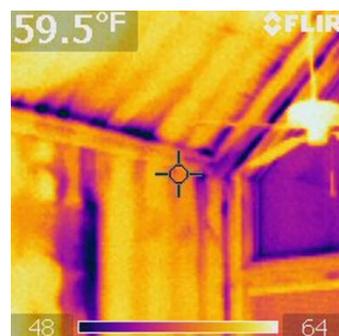


Figura 11. Aparición de infiltraciones en el encuentro entre pared y cubierta.

## CONCLUSIÓN

Las líneas anteriores muestran cómo se ha intentado objetivar parte de la problemática que conlleva realizar un seguimiento de obra contemplando criterios acústicos. Utilizando instrumentos como cámaras termográficas y conociendo las relaciones existentes entre la imagen térmica y aquellos aspectos capitales para la obtención del aislamiento acústico definido en proyecto es posible intervenir en el control de ejecución acústico de una edificación y anticipar defectos e irregularidades en su construcción, que a posteriori, serían mucho más costosas de corregir.

Cabe decir también, que la capacidad de identificar estos defectos en una imagen térmica depende, en gran medida, de la variación de temperatura que existe entre dos recintos o entre un recinto y el exterior. Esta premisa puede conllevar la necesidad de precalentar los cerramientos o la utilización de bombas para generar diferencias de presión entre recintos, lo que sin duda implica un preproceso mucho más laborioso anterior a la toma de imágenes térmicas.

Para concluir, es necesario mencionar que establecer correlaciones termoacústicas correctas requiere de dilatada experiencia en control de ejecución de obra y trabajar en paralelo con ensayos acústicos de medición de aislamiento y/o intensidad acústica, siendo la tecnología infrarroja una herramienta complementaria de todo lo anterior.

## REFERENCIAS

- [1] Manual ITC 1. Infrared Training Center.
- [2] Carlos de la Colina Tejada; Antonio Moreno Arranz. ACÚSTICA DE LA EDIFICACIÓN. Fundación Escuela de la Edificación 1997.
- [3] Rodríguez Rodríguez, Francisco Javier; De la Puente Crespo. GUÍA ACÚSTICA DE LA CONSTRUCCIÓN. Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000, S.L. Madrid 2006.
- [4] ISO 13187: 1998. Thermal performance of buildings. Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes. Infrared method.
- [5] B. H. C. M. Puts; O. M. J. Ritchi. Sound insulation measurements in residential properties. Primer congreso nacional sobre el ruido.
- [6] Stephanie Watson. Ultimate Guide to Home Energy Audits.
- [7] Guía de aplicación del Documento Básico Protección frente al ruido. Ministerio de Vivienda.