

1º Workshop

# Eficiencia Energética en el Hábitat

19-20 de septiembre de 2013

Libro de resúmenes extensos

Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas; Grupo de Eficiencia Energética en Edificios  
Universidad Nacional de Córdoba  
1er. Workshop en Eficiencia Energética en el Hábitat / recopilado por Alicia Rivoira. - 1a ed. - Córdoba:  
Editorial de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba, 2013.  
E-Book.

ISBN 978-987-1494-35-4

1. Energía. 2. Actas de Congresos. I. Rivoira, Alicia, recop.  
CDD 333.79

Fecha de catalogación: 27/09/2013

## Organizan



Centro de  
Investigaciones Acústicas  
y Luminotécnicas



Equipo de Investigación  
en Eficiencia Energética  
en los Edificios

## Auspicia



Declarado de Interés Académico por:

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño – Resolución HCD-FAUD 153/2013

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales - Resolución HCD-FCEFYN 505/2013

Comité Organizador:

Leandra Abadía – CIAL-FAUD-UNC

Juan Arturo Alippi – FCEFYN-UNC

Magali Carro Pérez – FCEFYN-UNC

Arturo Maristany – CIAL-FAUD-UNC

Ana Pacharoni – CIAL-FAUD-UNC

Alicia Rivoira – CIAL-FAUD-UNC



## Influencia de la conformación de la envolvente en las condiciones de confort térmico, acústico y lumínico

Arturo Maristany<sup>(a)</sup>, Leandra Abadía<sup>(a)</sup>, Miriam Agosto<sup>(a)</sup>, Silvina Barra<sup>(a)</sup>,  
Lorena Carrizo Miranda<sup>(a)</sup>, Matias Pardina<sup>(a)</sup>

(a) Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas, Universidad Nacional de Córdoba. Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina. TE+54 351 4333037. [cial.unc@gmail.com](mailto:cial.unc@gmail.com)

### Resumen

La envolvente es uno de los componentes del edificio más importante en relación a la conservación de la energía y la relación del edificio con el medio. Los estudios realizados y recomendaciones de diseño disponibles están referidos a los niveles mínimos de resistencia de los elementos constitutivos, en relación al control térmico; a las dimensiones de la ventana y sistemas de protección solar individual, en relación al control visual y niveles de aislamiento del componente en relación al confort acústico. Es necesaria una visión que permita considerar los aspectos formales de la envolvente en las condiciones de confort térmico, acústico y visual. La forma de la envolvente influye claramente en muchos aspectos constructivos y estructurales, pero pocas veces se considera la influencia que tiene en el acondicionamiento interior del edificio y el potencial de ahorro energético que esto supone. Toda acción enfocada a optimizar el rendimiento energético en función de los recursos arquitectónicos o constructivos disponibles debe ser tomada especialmente en cuenta, el manejo de la forma arquitectónica no debe ser solo una resultante del estudio estético o constructivo, puede ser también un recurso para el acondicionamiento del edificio. Este proyecto se orienta a profundizar en este aspecto, con la expectativa de que sirva como base de referencia para la adaptación formal de las envolventes a una condición ambiental determinada.

**Palabras clave:** envolventes, forma, aislamiento,

### 1 Introducción

La envolvente del edificio es diseñada con relación a varios condicionantes: ambientales, tecnológicos, socioculturales, funcionales, económicos y formales (Koçlar Oral, 2004). Los factores ambientales están representados por parámetros físicos energéticos. Los agentes energéticos principales que caracterizan un ambiente determinado, que inciden sobre la envolvente edilicia e influyen sobre el confort, son: el calor, que afecta el control de la temperatura del aire; la luz, que influye en la vista e intimidad visual óptima y el sonido, que influye en la intimidad acústica.

La transferencia de energía en la envolvente no solo depende de la composición física del cerramiento: capas constructivas con funciones termoacústicas diferenciadas, sistemas vidriados

simples o dobles, sistemas móviles de cerramiento, etc., también depende y de manera substancial de la conformación relativa que estos materiales o elementos constructivos adoptan para configurar la envolvente, en definitiva de la forma final de la envolvente o cerramiento y su relación los con agentes ambientales exteriores y las condiciones de confort interior para cada uno de los ellos: luz, sonido y calor.

Son varios los trabajos que destacan la importancia de un estudio integral de las envolventes teniendo en cuenta los tres factores físicos ambientales principales: térmicos, visuales y acústicos. (Ünver, 2004), (Franzetti, 2004), (Monteiro sa Silva, 2010), (Kruger, 2004). Una de las funciones más importantes de la envolvente del edificio es el control de los factores físicos ambientales como el calor, la luz y el sonido en orden a lograr determinadas condiciones de confort para los usuarios con el mínimo consumo de energía (Koçlar Oral, 2004). En estos trabajos el objetivo principal es la búsqueda de criterios de diseño que permitan la construcción de una envolvente con un rendimiento óptimo en relación a las condiciones de confort térmico, visual y acústico, teniendo en cuenta propiedades de la envolvente tales como la función, posición, dimensiones y orientación.

Son objetivos de este trabajo evaluar la influencia recíproca entre los aspectos formales de la envolvente de edificios y la transferencia integral de la energía entre el exterior y el interior e indagar sobre la importancia de la conformación de la envolvente en las condiciones interiores de confort térmico, acústico y visual. En este sentido se presenta el estado de avance del proyecto con planteo de la metodología general y análisis de un caso piloto, posteriormente se propone relevar las tipologías formales básicas posibles resultantes de los tipos constructivos más frecuentes en nuestro medio y evaluar el comportamiento térmico, acústico y lumínico de estas tipologías de envolvente usuales.

## 2 Desarrollo

### 2.1 Variables e indicadores de diseño

En la tabla se muestran las variables e indicadores a tomar como referencia para un análisis integral de la envolvente desde el punto de vista termo acústico y lumínico.

**Tabla 1:** Variables e indicadores de diseño ambiental de la envolvente

		ACÚSTICOS	LUMÍNICOS	TÉRMICOS
Condiciones ambientales exteriores		Nivel y espectro de ruido Tipo de fuente	Iluminación exterior horizontal FVC (SVF)	T y HR Velocidad aire Radiación solar
Referenciales interiores de confort		Nivel sonoro y espectro aceptable Criterio NC	Nivel de Iluminancia y Luminancia - CLD IRAM-AADL	T y HR confort Velocidad aire TRM – WBGT
Propiedades físicas de los componentes constructivos	Transparentes	Rw	FSV (factor solar) $\tau$ (transmisividad)	FSV (factor solar) $\tau$ (transmisividad) Coeficiente K
	Opacos	Rw	Reflectividad	Coeficiente K Capacidad térmica
Conformación de los componentes constructivos	Elementos	Pantallas acústicas Cavidades	Lamas verticales Lamas horizontales	Aleros Protecciones
	Posición y forma de los planos limites	Pantallas absorbentes	Alturas de parapetos Salientes balcones	Deflexiones Cámaras ventiladas
	Referenciales	Nivel (dB) de atenuación acústica	Reflexión de la luz Control de sol directo	Factor de sombra Inercia térmica Flujos de aire

## 2.2 Casos preliminares de estudio

La primera etapa de trabajo se refiere al relevamiento y sistematización de tipologías formales utilizadas en fachadas de edificios en altura ubicados en vías de circulación de mediano y alto flujo vehicular en el área central de la Ciudad de Córdoba y expuestas a diferentes condiciones de asoleamiento y visión de cielo, las cuales son tomadas como casos de estudio. Se tomó como modelo para las evaluaciones iniciales de la metodología los balcones de la fachada de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Córdoba, figura 1.

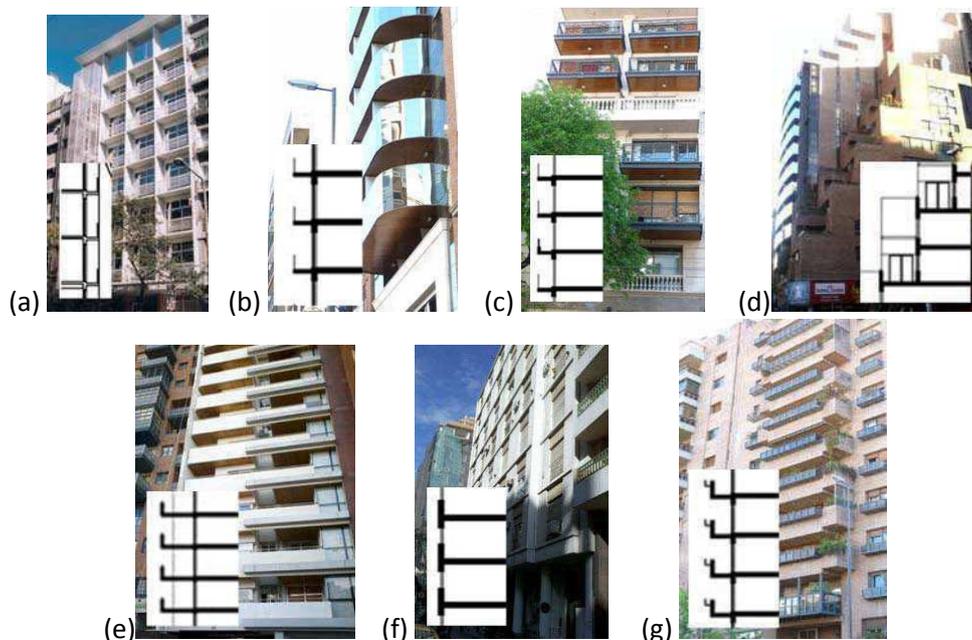


Figura 1. Casos de estudio preliminares

En el caso de estudio seleccionado, la fachada motivo de evaluación debe dar respuesta a los requerimientos de habitabilidad y condiciones de confort interior que permita el desarrollo de las actividades previstas en los espacios que las fachadas delimitan.

## 2.3 Metodología

### 2.3.1 Análisis acústico

Para diversas alternativas de tratamiento se realizaron mediciones en base a la metodología propuesta en el anexo informativo C de la Norma Europea EN 12354-3 (UNE-EN 12354-3, 2000). Se midió el nivel de presión sonora de manera simultánea en el plano del aventanamiento ( $L_{1,s}$ ) y a 2 metros de distancia del plano de fachada ( $L_{1,2m}$ ). La diferencia de nivel debida a la forma de la fachada,  $\Delta L_{fs}$ , depende de la forma básica de la fachada, de la absorción de la parte expuesta de cielorraso y de la dirección general del sonido incidente, representado por la altura de línea de mira sobre el plano de la fachada. Los resultados de las mediciones fueron cotejados con valores teóricos calculados mediante el software Ramsete-Disia, verificándose un error suficientemente bajo como para considerar esta herramienta como apropiada para el tipo de evaluación a realizar.

### 2.3.2 Análisis térmico - asoleamiento

El análisis térmico se basa en la evaluación de los niveles de radiación solar acumulada a lo largo del día tipo que llegan al plano de cerramiento de fachada en relación con el nivel de radiación que recibe el mismo plano totalmente expuesto, independiente de la forma de fachada. El procedimiento

se basa en el cálculo de las horas de asoleamiento y los niveles de irradiación involucrados en el periodo. Desde el punto de vista práctico la evaluación se realiza mediante los módulos de cálculo de verificación de asoleamiento y calculo de irradiancia acumulada en el software Ecotect de Autodesk.

### 2.3.3 Análisis lumínico

Se propone realizar el análisis lumínico mediante Radiance como complemento del modelo generado en Ecotect. En una primera instancia se realizó una verificación de los resultados de Ecotect en base a mediciones con luxómetro. Las mediciones fueron realizadas seleccionando los días de condición de cielo nublado para permitir la posterior contrastación. Fueron realizadas en los horarios cercanos al mediodía. Los puntos fueron seleccionados considerando las ubicaciones donde se realiza la tarea visual, con plano de trabajo ubicado a 0,70 metros de altura. Para la simulación en Ecotect se representó el modelo tridimensional considerando todas las características dimensionales y de terminaciones superficiales del aula tomada como referencia. Los valores de reflectancia de las terminaciones interiores adoptados se corresponden con los existentes en las aulas en el momento de las mediciones.

## 3 Consideraciones generales

Se verifico que la conformación de la fachada y la terminación superficial de los planos límites tienen una influencia importante en la modificación del campo sonoro que llega a la fachada y por lo tanto en el nivel de ruido incidente sobre el plano del aventanamiento que cumple la función de aislamiento acústico. Los valores de atenuación alcanzados entre 1 y 5 dBA están dentro de los valores generales que da la EN-UNE 12354-3 para las distintas conformaciones y terminaciones. En el caso de la radiación y la luz natural la influencia de la forma está ampliamente demostrada, lo importante es abordar el diseño de los mismos de un enfoque que integre los aspectos acústicos, lumínicos y térmicos. La metodología de trabajo y los resultados parciales alcanzados justifican la necesidad de continuar con mediciones y simulaciones que permitan desarrollar una metodología confiable para verificar el control de agentes ambientales que produce la conformación de los planos de fachada.

El estudio de la forma de la envolvente desde el punto de vista energético permite desarrollar modelos y criterios relacionados con la conformación de espacios intermedios reguladores de los flujos de energía, sistemas de apantallamiento acústico, protección solar, orientación de la luz natural, todos ellos destinados a controlar a partir de la forma el control, aprovechamiento y protección de los factores ambientales externos en función de las condiciones de confort interior y como complemento necesario al funcionamiento térmico, lumínico o acústico de la piel en sí misma.

## Referencias

- Koçlar, G., Yener A., Bayazit N., (2004). "Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions". *Building and Environment* 39. pag 281 – 287.
- Rengin Ünver, Nese Y. Akdag, Gülay Z. Gedik, Leyla D. Öztürk, Zerhan Karabiber, (2004). Prediction of building envelope performance in the design stage: an application for office buildings. *Building and Environment* 39. Pag 143 – 152.
- Franzetti, Christelle; Fraisse, Gilles; Achard, Gilbert. (2004). "Influence of the coupling between daylight and artificial lighting on thermal loads in office buildings". *Energy and Building* 36. Pag 117-126.
- Monteiro Da Silva, S; Guedes de Almeida, M. (2010). "Thermal and Acoustic Comfort in Buildings". *Internoise 2010. Noise and Sustainability*. Lisboa, Portugal.
- Kruger, Eduardo; Zannin, Paulo. (2004). "Acoustic, thermal and luminous comfort in classrooms". *Building and Environment* 39. Pag 1055-1063.
- UNE-EN 12354-3 (2000). "Acústica de la Edificación. Estimación de las Características Acústicas de las Edificaciones a partir de las Características de sus Elementos. Parte 3 – Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo contra Ruido del Exterior".