

Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión  
Comunicaciones  
Científicas y Tecnológicas  
Anuales  
2008

 UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DEL NORDESTE

 Facultad de  
Arquitectura y  
Urbanismo

 D J  
E G  
JORNADAS  
DE LA FAU-UANE



La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores.

Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

---

COMPILACIÓN:

**Secretaría de Investigación**

COORDINADOR EDITORIAL:

**Arq. Marcelo Coccato**

COMISIÓN EVALUADORA:

**Arq. Carlos Eduardo Burgos // Dg. Cecilia Roca Zorat**

**Arq. Claudia Pilar // Arq. Herminia Alías**

**Arq. Marcela Bernardi // Arq. Emilio Morales Hanuch**

**Arq. Daniel Vedoya // Arq. Mario Berent**

DISEÑO GRÁFICO:

**Dg. Cecilia Roca Zorat**

© Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Nacional del Nordeste

(H3500COI) Las Heras 727 | Resistencia | Chaco | Argentina

web site: <http://arq.unne.edu.ar>

ISSN: 1666 - 4035

Reservados todos los derechos  
Impreso en Corrientes, Argentina.  
Abril de 2009



## 017. DESARROLLO DE CRITERIOS TECNOLÓGICOS HIGRO-TERMO-ACÚSTICOS PARA EL DISEÑO DE ENVOLVENTES CONSTRUCTIVAS EFICIENTES PARA LA EDIFICACIÓN EN ALTURA DEL NEA

**Balangero, Carolina N. - Jacobo, Guillermo J. - Alías, Herminia M.**  
[carolinabalangero@yahoo.com.ar](mailto:carolinabalangero@yahoo.com.ar) / [gjjacobo@arq.unne.edu.ar](mailto:gjjacobo@arq.unne.edu.ar) / [heralias@arq.unne.edu.ar](mailto:heralias@arq.unne.edu.ar)

### RESUMEN

El presente trabajo resume los resultados de la investigación realizada en el marco de una Beca de Pregrado otorgada por la SGCyT-UNNE en el ciclo 2007-2008.

En la misma se llevo a cabo un análisis de las características de la actual construcción de edificios en altura del NEA, en relación a los aspectos tecnológico-constructivos y desde el punto de vista del diseño arquitectónico. Para ello se tomaron como base unidades de análisis características de la región evaluándolas de dos maneras:

**1-** De una forma teórica, a través de los cálculos del tramitancia térmica y verificación del riesgo de condensación de los cerramientos exteriores mediante la normativa IRAM;

**2-** Por medio de una evaluación de las temperaturas interiores y los requerimientos energéticos para la climatización artificial de departamentos tipo, considerando el comportamiento térmico de las tipologías de viviendas en altura (análisis realizado con programa computacional de simulación).

A partir de estos datos, se aplicaron modificaciones a los cerramientos exteriores de los edificios con propuestas que mejoren su comportamiento ante el calor y la humedad verificándolas y evaluando las mejoras obtenidas.

Finalmente se desarrollaron criterios generales tecnológicos-constructivos, así como también de diseño de envolventes más eficientes aplicables al clima regional.

**PALABRAS CLAVE: Edificación en altura - Confort higro-termico - Ahorro Energético.**

### OBJETIVOS

- Relevar, analizar y diagnosticar los tipos constructivos de cerramientos verticales más característicos de la edificación en altura del NEA, estudiando y verificando su funcionamiento higrotérmico-termoacústico y su correspondiente adaptación al clima regional.
- Proponer una serie de soluciones tecnológicas generales, que mejoren el rendimiento higrotérmico y acústico de la envolvente constructiva en la edificación en altura y, consecuentemente, la reducción del consumo energético.

### INTRODUCCIÓN

Si observamos las antiguas construcciones y su evolución a lo largo del tiempo, nos encontramos que ha habido una selección natural, que se han ido adaptando a la cultura y al clima de las zonas, aprovechando los materiales autóctonos y los conocimientos tecnológicos disponibles. En la arquitectura actual puede verse que este proceso se da con menor continuidad dado que se dispone de mayor libertad de elección de los materiales y cada vez influyen menos los costos y modos de transporte de los mismos.

Hoy en día se construyen edificios similares en cualquier lugar del mundo sin tener en cuenta el clima del sitio donde está emplazado.



En Argentina, este fenómeno también afecta a las provincias del NEA (Región Nordeste Argentina) con una realidad similar entre sí, pero también dispar con otras del país.

Tal es el caso de los edificios en torre construidos y en construcción en los últimos años en las provincias de la región, que son los exponentes más relevantes de lo destacado del rol que la forma y materialización juegan.

Cabe preguntarnos si este tipo de arquitectura responde realmente al clima de las ciudades donde está emplazada, dado que el factor climático regional (que establece exigencias rigurosas particularmente en la estación estival, la que ya tiene una duración de más de tres meses, alcanzando en algunos años hasta cerca de 4,5 meses, según lo analizado en las estadísticas de los últimos 30 años), es uno de los principales problemas incidentes en la sensación de bienestar higrotérmico de los espacios arquitectónicos. En el "verano" del NEA es cuando se verifican situaciones climáticas combinadas de altas temperaturas con altos valores de humedad relativa, los cuales provocan discomfort higrotérmico en los usuarios.

Esta situación solo nos lleva a soluciones no adecuadas: la incorporación masiva de equipos electromecánicos para acondicionar el aire (con cierta temperatura y porcentaje de humedad controlado), lo que implica un consumo de energía eléctrica importante.

Por tal motivo, se hace cada vez más necesario optimizar el consumo energético en la edificación por medio de un mejoramiento sustancial de las condiciones higrotérmicas en general de las envolventes constructivas perimetrales. En otras palabras, concretar aislaciones higrotérmicas eficaces y eficientes diseñadas con criterios de URE.

## DESARROLLO

La estructura adoptada para el desarrollo del trabajo fue la siguiente:

- **Estudio teórico de antecedentes y recopilación de información técnica:** normativas de acondicionamiento térmico de edificios, códigos de edificación de las ciudades de Resistencia y Corrientes, reglamentos de construcción, trabajos antecedentes referidos al tema.

- **Relevamiento de edificios en altura de Resistencia y Corrientes y confección de una base de datos** referida a: variables situacionales y estrategias implantación, variables funcionales, variables estructurales/tecnológicas.

- **Selección de unidades de análisis (UA) características** en la construcción tradicional de edificios en altura del NEA de las que se obtuvieron modelos tridimensionales, se aplicó un análisis teórico de su funcionamiento higrotérmico a través de la normativa vigente (IRAM) y se realizaron simulaciones térmicas con el programa computacional **Quick II** (A passive thermal design tool and load calculation computer program. Transfer of energy mass and momentum, Sudáfrica, 1997) obteniéndose los valores de cargas térmicas necesarias para mantener la situación de confort con medios artificiales y las fluctuaciones de temperatura en el interior de los departamentos en caso de no existir medios mecánicos de acondicionamiento térmico.

- **Elaboración de criterios tecnológicos para la optimización energética de envolventes verticales.** Utilizando los modelos seleccionados (UA), se analizaron cuáles resultarían las soluciones más eficientes para cada caso y luego se calculó teóricamente (según IRAM) y por medio del programa de simulación de la situación térmica-energética, tal como se efectuó en el caso anterior, para la propuesta de:

- **Criterios tecnológicos perimetrales:** mejoras en los cerramientos verticales exteriores, así como también en las carpinterías de cerramiento;

- **Criterios de diseño arquitectónico.**

## RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos con las correcciones efectuadas a los cerramientos exteriores de las viviendas analizadas de edificios en altura permiten observar notables mejoras, tanto en los consumos energéticos diarios en las estaciones más críticas, como en las amplitudes térmicas interiores-exteriores (valores directamente relacionados entre sí).

Las correcciones propuestas en las diferentes unidades de análisis permiten confirmar la importancia que adquiere la envolvente constructiva de los edificios para conseguir mejores condiciones de habitabilidad interior y consecuentemente menor empleo de energía. En general se han conseguido mejoras que van desde un 25% mínimo hasta un 46% máximo (en la estación más crítica regional: verano) de los niveles iniciales de consumo energético aplicando variaciones sólo en los materiales de la envolvente constructiva exterior.

El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos mediante los análisis realizados a las diferentes viviendas pertenecientes a edificios en altura y su corrección.

	sin corrección				con corrección				porcentaje de corrección: ahorro	
	consumo diario de electricidad por planta tipo		consumo energético por m <sup>2</sup>		consumo diario de electricidad por planta tipo		consumo energético por m <sup>2</sup>		verano	invierno
	verano	invierno	verano	invierno	verano	invierno	verano	invierno		
<b>unidad de análisis 1</b>	91.70 kw/h	26.00 kw/h	1.10 kw/m <sup>2</sup>	0.31 kw/m <sup>2</sup>	59.89 kw/h	23.00 kw/h	0.72 kw/m <sup>2</sup>	0.27 kw/m <sup>2</sup>	<b>34%</b>	<b>12%</b>
<b>unidad de análisis 2</b>	67.07 kw/h	38.24 kw/h	0.92 kw/m <sup>2</sup>	0.52 kw/m <sup>2</sup>	35.69 kw/h	26.93 kw/h	0.49 kw/m <sup>2</sup>	0.37 kw/m <sup>2</sup>	<b>46%</b>	<b>32%</b>
<b>unidad de análisis 3</b>	116.52 kw/h	40.00 kw/h	1.75 kw/m <sup>2</sup>	0.61 kw/m <sup>2</sup>	85.34 kw/h	37.50 kw/h	1.28 kw/m <sup>2</sup>	0.56 kw/m <sup>2</sup>	<b>22%</b>	<b>6.3%</b>
<b>unidad de análisis 4</b>	76.50 kw/h	38.38 kw/h	1.19 kw/m <sup>2</sup>	0.60 kw/m <sup>2</sup>	35.94 kw/h	22.36 kw/h	0.37 kw/m <sup>2</sup>	0.35 kw/m <sup>2</sup>	<b>46%</b>	<b>35%</b>

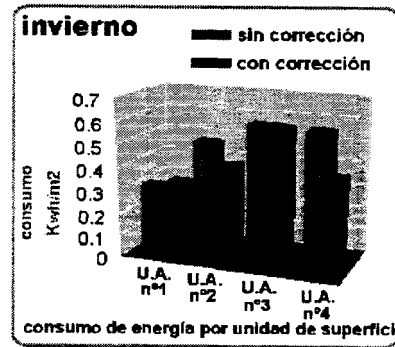
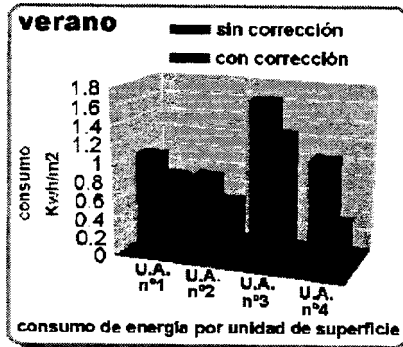
Todas las tipologías analizadas acusan, en relación a la categorización propuesta por la revisión de la norma IRAM 11.605/96, niveles de construcción mayoritarios de Nivel C (mínimo aceptable) y soluciones a descartar, con algunos casos aislados de Nivel B (medio).

Al comparar los datos obtenidos de los tipos de cerramientos empleados para la materialización de las diferentes envolventes (tanto en las situaciones reales como en las propuestas) se evidencian diferencias en el comportamiento térmico en relación a la tecnología empleada y a los factores de diseño arquitectónico, como la forma de la planta tipo (según se haya adoptado un partido abierto o compacto), la orientación del edificio, el empleo de volúmenes o dispositivos que arrojen sombra, etc.

Se evidencia una fuerte incidencia del espesor del muro en el funcionamiento higratérmico del mismo. El empleo de muros dobles con cámara de aire estanca o con relleno de material aislante entre ambas hojas (especialmente en las orientaciones más críticas) implica un incremento en el costo inicial de la construcción (comparando las soluciones propuestas a las generalmente realizadas), sin embargo, el ahorro energético total que se dará en la sumatoria de unidades de departamentos por edificio, podrá en un corto lapso de tiempo, absorber dicho incremento. Este ahorro, según especialistas permite amortizar el coste extra de la obra en unos 3 a 5 años.



Por ejemplo, se incrementa el costo inicial de ejecución en un 25% de un cerramiento de muro doble de ladrillos comunes con respecto a un muro simple, pero en el término de 5 años con el ahorro en el consumo de energía para climatización artificial, se amortiza dicho sobrecosto, para luego redundar un beneficio continuo por medio del ahorro energético durante el resto de la vida útil en servicio del edificio en altura (45 años aproximadamente).



Los resultados obtenidos mediante las evaluaciones, permiten establecer ciertos criterios o pautas aplicables a casos generales en nuestra región para desarrollar no solo el diseño tecnológico de envoltentes constructivas más eficientes para la tipología de vivienda en altura, sino también aplicables en la etapa de diseño del edificio. Dichas pautas está dirigidas al mejoramiento de:

- **Cerramientos verticales exteriores;**
- **Vidrios y carpinterías de envoltentes;**
- **Incidencia de la orientación y el factor de forma;**
- **Estrategias de diseño.**

## BIBLIOGRAFÍA

- Alias, H. M. y Jacobo, G. J. (2004). Situación higrotérmica, energética y ambiental de la construcción arquitectónica en la Región Nordeste de Argentina. Moglia Ediciones SRL, Corrientes, Argentina. ISBN Nº 987-43-7744-5.
- Jacobo, G. J. (2004). Arquitectura del Siglo XX para el Siglo XXI. Moglia Ediciones SRL, Corrientes, Argentina. ISBN Nº 987-43-8689-4.
- Alias, H. M. y Jacobo, G. J. (2004). Simulaciones del consumo de energía eléctrica para mantener el confort en verano e invierno en viviendas con envoltentes de madera y de mampostería. Terceras Jornadas de Investigación 2004, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste
- Mathews, E. H. et al. (1997). Manual del programa QUICK II "A passive thermal design tool and load calculation computer program". TEMMI - Transfer of Energy Mass and Momentum International (Pty) Ltd - Copyright 1997 TEMMI. Transfer of Energy Mass and Momentum, Sudáfrica. International (Pty) Ltd.