



2015 Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales

Docencia
Investigación
Extensión
Gestión
Comunicaciones
Científicas y Tecnológicas
Anuales
2015



Docencia
Investigación
Extensión
Gestión



Facultad de
Arquitectura y
Urbanismo

DIRECCIÓN GENERAL:

Decano Facultad de Arquitectura y Urbanismo

DIRECCIÓN EJECUTIVA:

Secretarías de Investigación, de Extensión y de Desarrollo Académico

COMITÉ ORGANIZADOR:

Evelyn ABILDGAARD

Herminia ALÍAS

Andrea BENÍTEZ

Anna LANCELLE

Patricia MARIÑO

COORDINACIÓN EDITORIAL Y COMPILACIÓN:

Secretaría de Investigación

COMITÉ ARBITRAL:

Teresa ALARCÓN / Jorge ALBERTO / María Teresa ALCALÁ / Abel AMBROSETTI / Guillermo ARCE / Julio ARROYO / Teresa Laura ARTIEDA/ Gladys Susana BLAZICH / Walter Fernando BRITES / César BRUSCHINI / René CANESE / Rubén Osvaldo CHIAPPERO / Enrique CHIAPPINI / Mauro CHIARELLA / Susana COLAZO / Mario E. DE BÓRTOLI / Patricia DELGADO / Claudia FINKELSTEIN / María del Socorro FOIO / Pablo Martín FUSCO / Graciela Cecilia GAYETZKY de KUNA/ Elcira Claudia GUILLÉN / Claudia Fernanda GÓMEZ LÓPEZ / Delia KLEES / Amalia LUCCA / Elena Silvia MAIDANA/ Sonia Itati MARIÑO / Fernando MARTÍNEZ NESPRAL / Aníbal Marcelo MIGNONE / María del Rosario MILLÁN/ Daniela Beatriz MORENO / Bruno NATALINI / Carlos NÚÑEZ / Patricia NÚÑEZ / Mariana OJEDA / María Mercedes ORAISON / Silvia ORMAECHEA / María Isabel ORTIZ / Jorge PINO / Nidia PIÑEYRO / Ana Rosa PRATESI / María Gabriela QUIÑONEZ / Liliana RAMIREZ / María Ester RESOAGLI/ Mario SABUGO / Lorena SANCHEZ / María del Mar SOLIS CARNICER/ Luciana SUDAR KLAPPENBACH / Luís VERA.

DISEÑO GRÁFICO E IMPRESIÓN:

VIANET | Avda. Las Heras 526 PB Dto."B" | Resistencia | Chaco | Argentina | vianetchaco@yahoo.com.ar

CORRECCIÓN DE TEXTO:

Cecilia VALENZUELA

COLABORADORAS:

Lucrecia SELUY

EDICIÓN

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Nacional del Nordeste

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

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

ISSN 1666-4035

Reservados todos los derechos. Impreso en Argentina. Octubre de 2016.

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.

023.

BALANCE TÉRMICO Y AHORRO DE ENERGÍA PARA CLIMATIZACIÓN EN LA EDIFICACIÓN EN ALTURA DE RESISTENCIA Y CORRIENTES

Ricardo A. BORGES (1) / Herminia ALÍAS (2) / JACOBO, Guillermo J. (2)
Cátedra Estructuras II. Área de la Tecnología y la Producción. FAU-UNNE
arquitecto.borgesricardo@gmail.com; heralias@arq.unne.edu.ar; gjjacobo@arq.unne.edu.ar

- (1) Becario de investigación de Posgrado, categoría “Iniciación a la investigación”.
Secretaría General de Ciencia y Técnica (SGCyT) – UNNE.
(2) Directora y codirector de Beca de Investigación. Arquitectos,
docentes e investigadores. FAU y SGCyT - UNNE.

RESUMEN

Se realizó un relevamiento de edificios en altura de Resistencia y Corrientes. Se analizaron sus aspectos situacionales, relacionales, funcionales y técnico/constructivos. Luego se evaluaron los comportamientos higrotérmicos y energéticos de sus envolventes constructivas y de los espacios interiores que albergan. Se aplicó la norma IRAM 11659 (*“Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración”*), como también la norma IRAM 11900 (*“Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios”*). El objetivo fue detectar los factores más relevantes incidentes en la carga térmica de climatización, con miras al desarrollo de propuestas de optimización de las envolventes.

Palabras clave: torres; balance térmico; aire acondicionado.

Dimensión del trabajo: investigación.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es elaborar un diagnóstico de la situación tecnológico-constructiva y energética actual de una selección de los edificios en torre cuyas tipologías resultan representativas de aquellas construidas. En función de este diagnóstico, se tratará de proponer patrones de mejoramiento del diseño y de aquellas variables que se detecten como más relevantes en la conformación de la carga térmica de climatización, que permitan alcanzar situaciones aceptables en relación con las condiciones interiores de los locales, así como la reducción del consumo energético que ellos demandan a partir del uso excesivo de los equipos electromecánicos de climatización. La hipótesis planteada supone que estas torres actualmente construidas generan un consumo energético intensivo dentro de las ciudades en que se implantan debido a un diseño técnico-constructivo y morfológico inadecuado en relación con el clima local, la falta o inadecuación de las protecciones solares y el desconocimiento de los comportamientos higrotérmicos y termofísicos de los materiales de sus envolventes constructivas (muros, techos, entresijos, carpinterías, etc.), con lo que las cargas térmicas decisivas en el balance térmico final para climatización (ganancias

en verano y pérdidas en invierno) estarían dadas por aquellas relacionadas con la transmisión de calor por conducción y por radiación.

INTRODUCCIÓN

El Uso Racional de la Energía, como objeto de estudio y como práctica reconocida, cobró auge ante la necesidad de reducir los consumos tras las crisis energéticas mundiales sucesivas que se vienen produciendo, que impulsaron la realización de estudios sobre posibles soluciones y caminos alternativos. El interés de abordar el tema del uso de la energía para acondicionamiento ambiental de edificios en altura locales radica en la posibilidad de profundizar estudios regionales que se vienen llevando a cabo respecto de la optimización energética en la edificación, y a la vez concientizar a la comunidad académica sobre la problemática energética y sus consecuencias sobre el hábitat humano, a través del desarrollo de pautas y propuestas técnicas, generales y específicas, que en instancias ulteriores puedan ser transferidas a los organismos interesados en su aplicación práctica en la producción del hábitat regional. La problemática de la habitabilidad en los edificios en altura se agrava cuando se verifican usos intensivos y masivos de ellos, como es el caso de los edificios en altura construidos en los últimos diez años en las ciudades de Resistencia (Chaco) y de Corrientes (Corrientes), analizados en este trabajo. Dicho trabajo se enmarca en una beca de investigación de posgrado (categoría Iniciación), y se halla promediando su desarrollo, por lo que los resultados alcanzados hasta el momento aún no son definitivos ni suponen condiciones de verificación o comprobación de la hipótesis planteada.

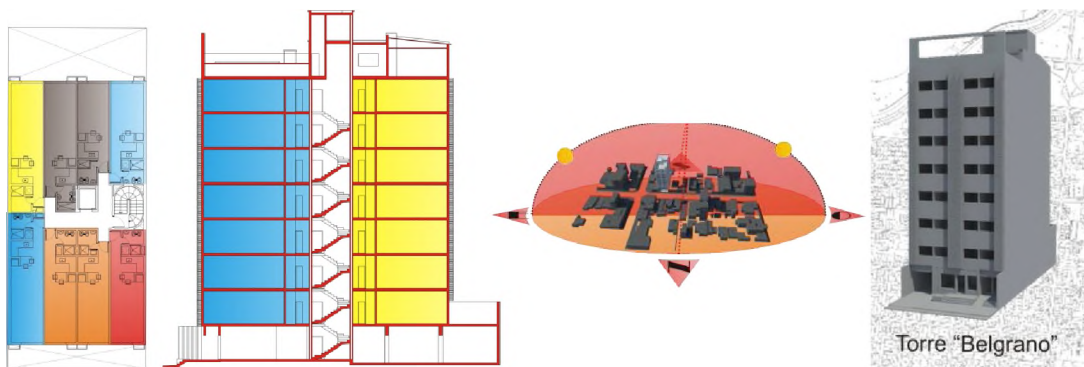
El Análisis de la Carga Térmica para Climatización en los edificios analizados permite generar datos con los cuales (a través de comparaciones –tanto físicas como económicas– entre los valores obtenidos para diferentes tipos de envolventes constructivas perimetrales) se pueden determinar aquellas tipologías arquitectónicas de mejor desempeño para esta zona bioambiental "Ib" (IRAM 11603), en donde la estación estival tiene muy alta incidencia en el uso excesivo de energía eléctrica para el acondicionamiento electromecánico de los espacios. El estudio higrotérmico de las envolventes perimetrales o "pieles" de los edificios analizados (cubiertas, paredes y carpinterías) demuestra que son las paredes exteriores el elemento constructivo de mayor superficie expuesta de la envolvente (se encuentran muy solicitadas por las condiciones climáticas, siendo las que absorben mayor parte de la radiación solar). Por ello es que desempeñan un papel fundamental en el balance térmico de la edificación en altura. De su diseño técnico-constructivo e higrotérmico dependerán muy directamente las condiciones térmicas de los espacios interiores. Lamentablemente, en los primeros análisis de los muros externos de los edificios en altura seleccionados en este trabajo, se verificó que presentan condiciones que distan, desde el punto de vista del acondicionamiento ambiental, de las mínimas aceptables para la función que en los edificios se lleva a cabo: vivienda. Esto lleva a que se incorporen, de manera masiva, equipos electromecánicos de acondicionamiento del ambiente, con altos consumos energéticos asociados.

Para desarrollar propuestas de diseño que mejoren el desempeño energético de los edificios en altura analizados (lo cual forma parte de la última etapa de la investigación, aún no encarada), primero se caracteriza el desempeño de las envolventes perimetrales de los edificios en altura construidos en las citadas ciudades, verificándolas mediante la normativa de habitabilidad vigente y los reglamentos técnicos de construcción y códigos de edificación de Resistencia y Corrientes. Así, se llevó a cabo un relevamiento de

doce edificios en altura representativos de los existentes, de los cuales se definió una muestra en la que se eligieron cuatro para el análisis de la primera etapa y se analizó el diseño tecnológico de cada componente de las envolventes (cubiertas, paredes externas y carpinterías). Mediante el uso de planillas de cálculo de transmitancia térmica y verificación de riesgo de condensación, según normas IRAM de habitabilidad, se realizó el estudio de sus principales características higrotérmicas, para determinar su situación teórica de desempeño y su influencia en las condiciones de habitabilidad de los espacios interiores que envuelven.

DESARROLLO

Partiendo de la información extraída de otras investigaciones del equipo de investigación de la cátedra Estructuras II-FAU-UNNE, así como de investigaciones nacionales e internacionales, que constituyen antecedentes directos del presente trabajo, y fuentes especializadas sobre el tema, normativas y códigos vigentes, se definieron los tipos, características y aplicaciones usuales de los materiales y tecnologías constructivas utilizados en la ejecución de las envolventes de los diferentes edificios analizados de las ciudades de Resistencia y Corrientes (construidos en los últimos diez años). Luego de un relevamiento, evaluación y diagnóstico de estos, se confeccionaron fichas técnicas de cada uno, con sus características principales, según sus orientaciones, implantación, influencia del entorno, tecnología y detalles constructivos, documentación y legajos de obra, etc. Posteriormente, para seleccionar tipologías representativas en relación con su situación de consumo energético para climatización, se realizó un balance térmico para cada edificio analizado (este balance proporciona el valor de la carga térmica —la cantidad de watt que se necesita entregar, equipo electromecánico de climatización mediante, para refrigerar o para calefaccionar y lograr temperaturas interiores dentro de la franja de confort para el clima regional— según para cuál situación se lo efectúe).



Figuras 1 (izquierda: planta), 2 (izquierda centro: corte), 3 (derecha centro: situación urbana) y 4 (derecha: vista). Esquemas de Zonificación.

Ubicación de los departamentos y oficinas según sus orientaciones principales. Torre "Belgrano Office"

Fuente: elaboración propia.

Dicho balance térmico (figuras 2 y 3) para cada edificio analizado, con el agregado de coeficientes que determinan el grado de ahorro de energía para refrigeración, se realizó mediante herramientas informáticas desarrolladas por YAKIMCHUK y ALÍAS (2014), basadas en la normativa IRAM de ahorro de energía en refrigeración (Norma 11659 – 1 y 2 / 2007) y de etiquetado de eficiencia energética de calefacción (Norma 11900 / 2010). Mediante el análisis y comparación de los resultados alcanzados con estos procedimientos, se determinaron los factores clave que inciden en dicha carga térmica y cuáles deberían ser las intervenciones en dichas torres analizadas. Con ellos se constituirá, en instancias posteriores, una base para el desarrollo de propuestas de reducción de la carga térmica, lo que incidiría en una reducción sustancial del consumo de electricidad para climatización de estos edificios. Como ejemplo del procedimiento comentado, se muestran algunos esquemas y cálculos realizados sobre uno de los edificios adoptados como unidades de análisis: la torre de departamentos y oficinas “Belgrano Office” (figuras 1,2 y 3), implantada en la ciudad de Corrientes.

PLANILLA DE CÁLCULO - AHORRO DE ENERGÍA EN REFRIGERACIÓN SEGÚN NORMA IRAM 11659-2 - REGIÓN NEA - ZONA BIOAMBIENTAL Ia Y Ib					
DATOS GENERALES DEL LOCAL					
Proyecto	Torre de Departamentos "Belgrano Office"		ASNM	60.0	m
Dirección	Calle Belgrano n°2384		T _{DMX}	39.4	°C
Provincia	Corrientes		HR _o	35	%
Localidad	Corrientes		w _e	15.5	g/kg
Zona bioambiental	Ib Muy calida húmeda				
Destino del local	Local "A" - 1ro al 7mo Piso		Nivel de confort		Mínimo
Largo	9.41	m	T _{DI}	30.0	°C
Ancho	2.8	m	HR _{DI}	55.0	%
Altura	2.6	m	w _i	14.5	g/kg
Superficie cubierta	26.34	m ²	Δt	9.4	°C
Volumen	68.48	m ³	Δw	1.0	g/kg
CARGA TÉRMICA ADMISIBLE EN REFRIGERACIÓN (Q _{Radm}) - COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE REFRIGERACIÓN ADMISIBLE (G _{Radm})					
Tipología edificio	Tipo casa				
Temperatura exterior	39.4 °C				
Volumen a refrigerar	68.48 m ³				
Q _{Radm} =	2929	<	Q _R =	8305	→ No cumple normativa
G _{Radm} =	45.11	<	G _R =	121.27	→ No cumple normativa
Carga térmica	W	Porcentaje	Posibilidad de reducción de Q _R		
Por conducción	974.22	11.73%			
Por radiación solar	636.64	7.67%			
Por fuentes internas	6605.10	79.53%			
Por ventilación	88.80	1.07%			
TOTAL	8304.75	100%			

Figura 2. Planilla Ahorro de Energía en Refrigeración. Departamento u Oficina, Local "A", 1.º al 7.º pisos, torre "Belgrano Office". Fuente: elaboración propia sobre planillas en Ms Excell desarrolladas por YAKIMCHUK y ALÍAS. Norma 11659 – 1 y 2 / 2007

PLANILLA DE CÁLCULO - ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN SEGÚN NORMA IRAM 11900 - REGIÓN NEA - ZONA BIOAMBIENTAL Ia Y Ib						
EDIFICIO Y EMPLAZAMIENTO						
Dirección	Calle Belgrano n°2384	Provincia	Corrientes	Localidad	Corrientes	
Proyecto	Torre de Departamentos "Belgrano Office" - Local "A" - 1ro al 7mo Piso				T° Ext (°C)	0.20
Elemento de la envolvente	Ki	Si	Ti (°C)	Clase	Condición	
Muros y pisos exteriores	2.41	28.23	6.20	A	$T_m \leq 1^\circ\text{C}$	
Carpinterías	5.00	3.71	12.87	B	$1^\circ\text{C} < T_m \leq 1,5^\circ\text{C}$	
Medianeras y cerramientos internos	0.73	72.82	0.94	C	$1,5^\circ\text{C} < T_m \leq 2^\circ\text{C}$	
Techos	0.34	26.34	1.23	D	$2^\circ\text{C} < T_m \leq 2,5^\circ\text{C}$	
	Km = 1.13		Tm = 2.47	E	$2,5^\circ\text{C} < T_m \leq 3^\circ\text{C}$	
CLASE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA				F	$3^\circ\text{C} < T_m \leq 3,5^\circ\text{C}$	
				G	$3,5^\circ\text{C} < T_m \leq 4^\circ\text{C}$	
				H	$T_m > 4^\circ\text{C}$	
				D		

Figura 3. Etiqueta Eficiencia Energética de Calefacción. Torre "Belgrano Office". Fuente: elaboración propia sobre planillas en Ms Excell desarrolladas por YAKIMCHUK y ALÍAS. Norma 11900

Según los resultados obtenidos de la aplicación de las planillas de cálculo al edificio, este no verifica buenas condiciones en relación con el ahorro de energía para refrigeración, según la norma IRAM 11659 (es decir que demanda cargas para refrigerar y consumos muy altos). Esto se visualiza en la planilla-resumen (figura 4), que muestra los resultados del balance térmico para todos los departamentos de la torre analizada, según su orientación y sus dimensiones, respectivamente. También se identifica en la planilla-resumen de la figura 4 el peso porcentual de las diferentes cargas térmicas según su procedencia (por conducción, radiación, aportes de cargas internas, etc.) que se dan dentro de los departamentos.

Planilla Resumen de Dimensiones de la Torre Torre Belgrano Office													
Datos del edificio			Dimensiones de los espacios				Cargas Térmicas (Normativa IRAM 11659)						
Piso	Cantidades	Departamentos	Superficie Total UF (m²)	Superficie Total Muros (m²)	Superficie Total Tabiques (m²)	Superficie Carpintería Exterior (m²)	Superficie Carpintería Interior (m²)	QR Admisible	QR Actual	Normativa	GR Admisible	GR Actual	Normativa
1ro al 7mo	7	UF1+UF2+UF3+UF4+UF5+UF6+UF7+UF8	183.84	117.75	410.00	29.68	24.64	2729.63	7959.50	no cumple	47.55	134.56	no cumple
Totales de toda la Torre			1786.88	824.25	2870.00	307.76	172.88	18107.38	55216.50	no cumple	332.88	941.80	no cumple
Datos de cargas													
Piso	Cantidades	Departamentos	Por Conducción		Por Radiación		Por Fuentes Internas		Por Ventilación		Total		
			w	%	w	%	w	%	w	%	w	%	
1ro al 7mo	7	UF1+UF2+UF3+UF4+UF5+UF6+UF7+UF8	5728.27	9.00	4799.28	7.54	52437.60	82.35	710.40	1.12	83675.55	100	
Totales de toda la Torre			40097.9	9.00	33595.0	7.54	367063.2	82.35	4972.8	1.12	445728.9	100	

Figura 4. Planilla-resumen. Fuente: elaboración propia. Tabla resumen porcentajes en cargas térmicas Torre "Belgrano Office"

Analizando los porcentajes de las diferentes cargas térmicas, se observa que la mayor carga la representan las *Fuentes Internas* (ocupación), seguidas por el aporte por *Conducción*. Posiblemente estos valores responden a la condición de "monoambientes" de las unidades funcionales de la torre analizada, de superficies pequeñas, con una materialización general de ladrillos comunes y con escasa ventilación. Si comparamos estos valores con los obtenidos para otro edificio analizado, la torre "Vista", en la que las unidades funcionales son más amplias y con mayor ventilación (pero con una materialización constructiva

resuelta mayormente en hormigón armado), la importancia porcentual de los valores de carga térmica varía considerablemente, ya que el valor promedio de carga térmica por *Conducción* aumenta casi el doble y alcanza valores del 18.24 %, y los valores por *Fuentes Internas* bajan a 55.69 %. Esto expone el grado de variabilidad de los resultados de desempeño energético según las diferentes tipologías morfológicas, funcionales y tecnológicas de los edificios.

RESULTADOS PROVISORIOS Y DISCUSIÓN

En esta primera etapa de desarrollo del trabajo, no se han alcanzado aún conclusiones definitivas que confirmen o refuten la hipótesis planteada, pero en función de los resultados obtenidos hasta el momento se puede decir que las tipologías de torres de la muestra definida se encuentran en muy malas condiciones en relación con las condiciones de bienestar interior que brindan a sus usuarios, que adoptan así como imperativa la utilización indiscriminada de equipos electromecánicos de climatización, para lograr una condición interior que las pieles edilicias no les proveen. De los edificios analizados, solo la torre "Árbol Alfa" arroja condiciones más favorables, que si bien aún no son las óptimas, representan una notable optimización respecto de las demás analizadas. Por otra parte, constructivamente en los últimos años el uso de materiales aislantes no tuvo el avance necesario, salvo en algunos pocos casos puntuales, como el precedentemente citado.

Según la verificación de los edificios de la muestra según normas IRAM de habitabilidad básicas, los parámetros higrotérmicos principales (transmitancia, riesgo de condensación, balance térmico para determinar cargas de refrigeración y de calefacción, etc.) están fuera de los límites admisibles (superan con creces los valores tope permitidos). En el balance térmico resultan con fuerte incidencia las cargas por fuentes internas y por conducción, en tanto que las cargas por ventilación y por radiación, comparativamente, resultan bastante menores. Con los resultados provisorios obtenidos se refuerza el panorama actual de un uso intensivo de energía demandada por equipos de acondicionamiento de los ambientes para alcanzar los niveles necesarios mínimos interiores. Para revertir la situación son necesarias intervenciones en los diseños tecnológico-constructivos de las envolventes de las edificaciones futuras, así como una intervención en las reglamentaciones reguladoras de la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2007). *Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Edificios para viviendas*. (N.º de publicación IRAM 11659-2). Argentina.

INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. (2010). *Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente*. (N.º de publicación IRAM 11900). Argentina.

YAKIMCHUK, Tatiana K. y ALÍAS, Herminia M. (2014). "Planillas de cálculo de ahorro de energía en refrigeración y etiquetado de eficiencia energética de calefacción de edificios según normas IRAM: desarrollo y verificación". *Comunicación presentada en las Jornadas de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2014*. Resistencia, 24 y 25 de septiembre, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste.