

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICO-FORMALES DE EDIFICIOS DE OFICINAS EN BUENOS AIRES

Cecilia Corredera⁽¹⁾; Jorge Czajkowski⁽²⁾

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI N°2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo,
Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 N° 162. CC. 478 (1900) La Plata. Tel-fax: +54 (221) 423-
6587/90 int. 254

e-mail: cecicorredera@yahoo.com.ar czajko@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN

Los edificios de oficinas en Buenos Aires tienden en las últimas décadas a presentarse como tipo torre, aunque no de forma excluyente. Los diseñadores y constructores de estas desconocen su comportamiento energético y no existen normativas que regulen cargas térmicas admisibles. El trabajo explora la evolución del tipo en la Argentina entre 1930-2000, analiza las características térmicas y energéticas, contrasta casos paradigmáticos muchos de los cuales son patrimonio cultural y discute los resultados.

ABSTRACT

The designers and builders of these kind of building ignore their energy behavior and there is no normatives to regulate acceptable thermal loads. The work explores the evolution of the tower building type in Argentina among 1930-2000, it analyzes the thermal and energy characteristics, contrasts this cases many of which are cultural patrimony and discusses the results.

1. INTRODUCCIÓN

El siglo XX vio la aparición de una nueva tipología urbana, denominada torre, que haciendo un uso intensivo del suelo se fue elevando progresivamente hasta alcanzar centenares de metros. Mayoritariamente ocupan los centros de las metrópolis mundiales y son usadas para alojar oficinas y en menor medida viviendas.

Solo en la última década y debido a ser energo-intensivas comenzaron a definirse restricciones ambientales en cuanto a uso de recursos escasos. En la Argentina esto aun no ha sucedido aunque comienzan a discutirse nuevas normativas que tenderían a regular su diseño y construcción a futuro. En estas se utiliza el denominado “International Style” que ya cuenta con más de sesenta años y solo recientemente comienza a redefinirse. En este prima el uso del vidrio, el aluminio y el acero en la envolvente de los edificios.

Toda medida tendiente a establecer regulaciones requiere del conocimiento de la situación actual en cuanto a sintetizar las características principales del tipo y su comportamiento energético y térmico. Material básico en la modelización energético ambiental del tipo y en sectores urbanos característicos. Posteriormente podrán proponerse recomendaciones de diseño en cuanto a ahorro, uso racional de la

(1). Becaria Doctoral CONICET; (2) . Profesor Titular Instalaciones I-II UNLP, Investigador CONICET.

energía e implementación de energías renovables. Estos son los objetivos de un trabajo de investigación que cuenta con financiamiento de la ANPCyT y una beca doctoral del CONICET.

Se ha dicho que en el período 1900 – 1990 la calidad térmica de los edificios, en particular los residenciales, fue descendiendo a pesar de que la oferta tecnológica crecía. (Czajkowski, 1990). Por otra parte y a pesar de existir desde fines de los '70 normas de calidad térmica edilicia la producción privada no cesaba de bajar los estándares de calidad al punto que en 1986 se aprueba una revisión de las normas IRAM que bajaba los requerimientos de calidad.

2. INSTRUMENTOS Y MÉTODOS.

La conducción del calor a través de los cerramientos verticales dependerá del nivel de aislación térmica y de los materiales que lo compongan. En el caso de la cubierta, la incidencia relativa en las pérdidas o ganancias de calor en la totalidad del edificio no será tan importante. En la última planta si será significativo el nivel de aislación térmica ya que reducirá la carga térmica del mismo mejorando la condición de confort.

El universo de análisis esta compuesto por 12 casos de edificios de la región construidos en el período 1930 a la actualidad. Todos los casos son ejemplos paradigmáticos de la arquitectura contemporánea argentina, mayoritariamente pertenecen a la tipología “torre” aunque se incluyen casos entre medianeras. Se realizó un relevamiento de la información en publicaciones periódicas de arquitectura (Joselevich, 1933); (Lanari, 1978); (Summa, 1982); (Martinez, 1999). (Figura 1).

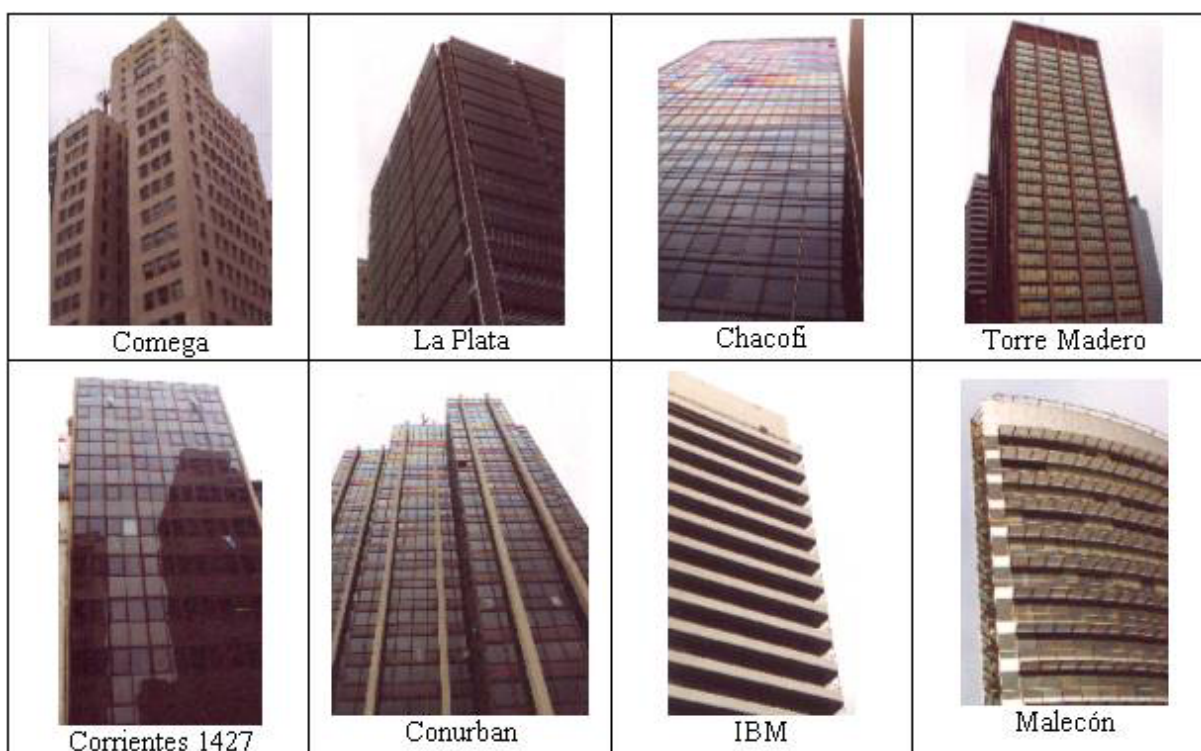


Figura 1: Casos de edificios tipo torre del período 1930-2000 analizados de Buenos Aires.

Para determinar las necesidades de climatización se consideran los aportes y las pérdidas de energía en un balance energético simplificado. Se utilizó el programa EnergoCAD (Czajkowski, 1995, 1999, 2000), este funciona en un entorno gráfico tipo AutoCAD, permitiendo obtener un diagnóstico térmico energético mensual del comportamiento del edificio. Esta basado en un balance estacionario.

Las variables que se tienen en cuenta para el balance son la ganancia directa, las renovaciones de aire y las características dimensionales y térmicas de la envolvente con sus correspondientes coeficientes de transmitancia térmica K . El EnergoCAD posee un banco de datos de sistemas constructivos usuales en nuestro medio. Cuando el edificio a analizar poseía un sistema diferente se debió calcular K . En

estos casos se utilizó el programa *Coef_K* del paquete *Bioclim*. Este calcula el valor del coeficiente en función de los distintos materiales de los que esta compuesta cada una de las partes de la envolvente.

El EnergoCAD solicita cuatros datos: nombre del edificio a analizar, localidad, cantidad de renovaciones de aire del edificio⁴ y temperaturas de confort invierno y verano. En las renovaciones de aire se adopta el valor 2 que es lo que establece la Norma IRAM N° 11604. La salida del programa nos brinda la siguiente información:

a) Los valores de área y volúmen calefaccionado, los valores de área envolvente y expuesta se tienen en cuenta para diferentes coeficientes. Podemos observar que las perdidas están discriminadas en un valor en W/°C y también en porcentaje. Las mayores perdida del edificio están dadas por las carpinterías y las renovaciones de aire. (Figura 2).

ENERGOCAD – BALCAD 4.5/99		Arq. Jorge Czajkowski	
DATOS GENERALES DEL EDIFICIO			
CODIGO DEL EDIFICIO:	madero		
LOCALIDAD:	AEROPARQUE		
APELLIDO Y NOMBRE:	TORRE MADERO		
NUMERO DE RENOVACIONES DE AIRE:	2		
AREA CALEFACCIONADA:	23976 m ³		
VOLUMEN CALEFACCIONADO:	75426 m ³		
AREA ENVOLVENTE:	24153 m ²		
AREA EXPUESTA:	5434 m ²		
ASIGNACIÓN PORCENTUAL DE PERDIDAS TERMICAS SEGÚN BALANCE			
CONSUMO DEBIDO A PERDIDAS POR MUROS	W/°C	1146	1.32%
TECHOS	W/°C	1761	2.02%
VENTANAS	W/°C	31362	35.93%
PUERTAS	W/°C	157	0.18%
PISOS	W/°C	76	0.09%
RENOV. AIRE	W/°C	52798	60.48%

Figura 2. Bajada del programa EnergoCAD. Primera parte.

b) La compacidad es un factor y se define como la relación porcentual que existe entre el área habitable y el área envolvente del edificio. Por cada m² de superficie cubierta tendremos x m² de superficie envolvente, llamando superficie envolvente a los cerramientos verticales y horizontales, sean opacos o transparentes.

c) El factor de forma es la relación que existe entre el área envolvente y el volúmen que contiene esta área.

RESUMEN CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y TERMICAS DEL EDIFICIO			
COMPACIDAD	0.99		
FACTOR DE FORMA	0.32		
FACTOR DE EXPOSICIÓN	1		
CARGA TERMICA DEL EDIFICIO	KW.h	1815493	
COEFICIENTE UA DEL EDIFICIO	W/°C	87300	
COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE AREA	W/ m ² °C	3.04	
COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE VOLUMEN	W/ m ³ °C	1.46	

Figura 3. Características dimensionales y térmicas.

d) El factor de exposición es la relación entre el área expuesta al medio y el área envolvente sin tener en cuenta el piso.

e) La carga térmica del edificio es la cantidad de energía que va a demandar, para mantener los niveles de confort térmico en determinado sitio, con una envolvente específica.

⁴ La renovación de aire es el número de veces que el volumen de aire del recinto se renueva en una hora.

f) El coeficiente volumétrico “G” del edificio calefaccionado es la sumatoria de los productos parciales entre la superficie envolvente y las transmitancias térmicas, sobre el volumen más las pérdidas por infiltración. Cuya unidad se da en $W/m^3 \cdot K$.

Los valores de la demanda de energía del edificio están discriminados en pérdidas y ganancias por mes

BALANCE TERMICO Y DEMANDA DE ENERGÍA MENSUAL – GRADOS DIA CALEFACCIÓN

ENERGIA en KWh*100	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑUAL
Perdidas	0	0	0	126	2208	4211	4482	3897	2451	779	0	0	18155
Ganancias	3375	3592	3445	3480	3338	3101	3108	3384	3346	3370	3432	3318	40291
Balance %	0	0	0	2768	151	74	69	87	136	432	0	0	222
SIN SOL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
m ³ /mes/10	0	0	0	116	2032	3874	4123	3585	2255	717	0	0	16703
Kg/mes/10	0	0	0	89	1568	2990	3182	2767	1740	553	0	0	12890
CON SOL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
m ³ /mes/10	0	0	0	0	0	1022	1264	472	0	0	0	0	2757
Kg/mes/10	0	0	0	0	0	788	975	364	0	0	0	0	2128

Figura 4. Balance térmico y demanda de energía.

y por año, en energía por grados días de calefacción. Discriminadas las pérdidas y ganancias en función de los días con sol y sin sol. Brinda además la demanda de gas natural o gas envasado, calculado por mes. Posteriormente al análisis se sintetiza en una ficha tipo las principales características arquitectónicas, dimensionales, constructivas y térmicas de la muestra. (Figura 6)

3. DISCUSIÓN

3.1. Relación entre carga térmica anual en calefacción (CTAC) y volumen.

En el siguiente gráfico puede verse la relación entre la carga térmica y el volumen de los edificios estudiados. Sobre la totalidad de los casos procesados se trazó la línea de tendencia y puede observarse que el edificio Comega se aleja de la línea de tendencia hacia abajo, producto de su materialidad y forma constructiva, por otro lado el edificio de IBM, se despega de la línea hacia arriba, no encontrándose en la mejor situación.

De esta relación puede decirse que todos los casos edilicios que su envolvente es totalmente vidriada mantienen la relación proporcional que a mayor volumen, mayor carga térmica, excepto los dos casos mencionados.

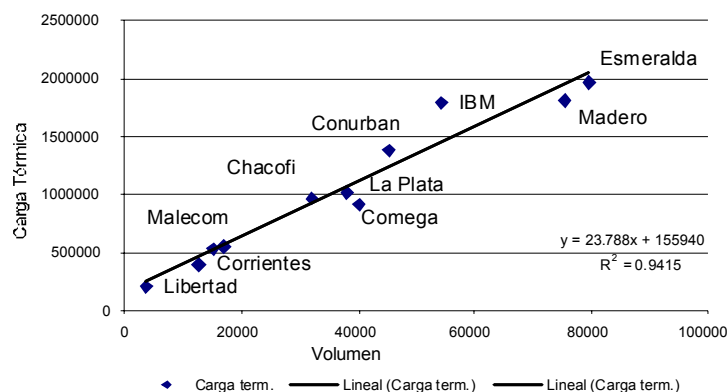


Figura 5. Relación entre la carga térmica anual de calefacción (CTAC) y el volumen.

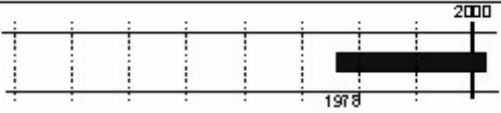
$$\text{Carga térmica anual} = 23.78 \times \text{volumen} + 155040$$

[Eq. 01]


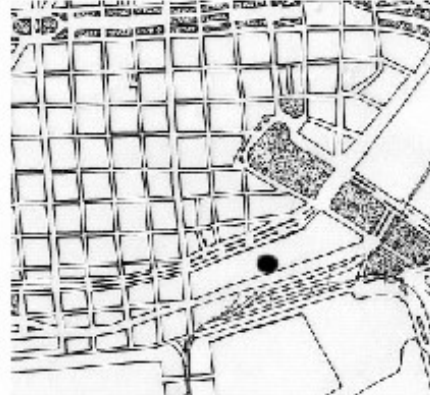
Ficha 8	EDIFICIO CONURBAN	1
----------------	--------------------------	----------

Proyecto: **Kocourek-Katzenstein-Llorens.**

Año de Construcción: **1976-1978**



Ubicación: **Avenida MADERO N° 1020. Capital Federal.**

ASPECTOS DIMENSIONALES	
Superficie habitable	15983 m ²
Volumen habitable	45354 m ³
Compacidad	0.70
Factor de Forma	0.50
Factor de Exposición	1'



ASPECTOS ENERGÉTICOS		
Coef. Global de pérdidas "G"	1.46 W/m ³ °C	
Perdida por Envolvente		
Muros	4244 W/°C	6.41 %
Techos	805 W/°C	1.22 %
Aberturas	29375 W/°C	44.36 %
Pisos	71 W/°C	0.11 %
Renovaciones de aire	31748 W/°C	47.93 %

Este edificio plantea frente y contrafrente bien diferenciado, el primero es escalonado, de metal y cristales en tono oscuro, el contrafrente de mampostería de ladrillo visto con algunas escasas ventanas.

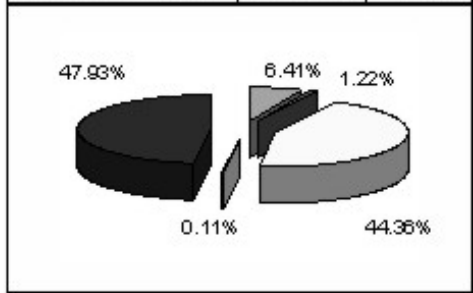


Figura 6. Modelo de ficha que compone el Catálogo Tipológico Energético de Edificios de Oficinas, tipo torre, en Buenos Aires.

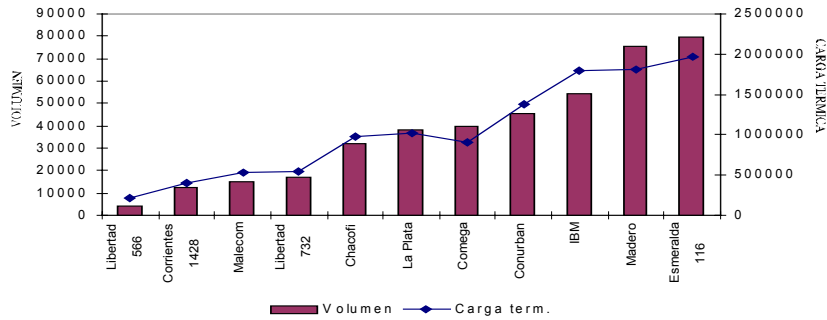


Figura 7. Relación entre el volumen v la carga térmica anual de calefacción.

3.2. Relación entre el coeficiente “G” y el factor de forma.

Cuando analizamos el factor de forma con el coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G , observamos que pocos son los ejemplos que se encuentran sobre la línea de tendencia, los ejemplos que más se alejan de la línea de tendencia, son los edificios ubicados sobre la calle Libertad y el de la avenida Corrientes, son casos que se encuentran entre medianeras en terrenos acotados y el edificio se adapta a la superficie existente. En el período 1930/2000 para el área metropolitana de la ciudad de Buenos Aires puede conocerse el coeficiente “ G ” a partir del factor de forma con la confianza del 70%.

$$“G” = 4.91 \times \text{factor de forma} + 1.60 \quad [\text{Eq. 02}]$$

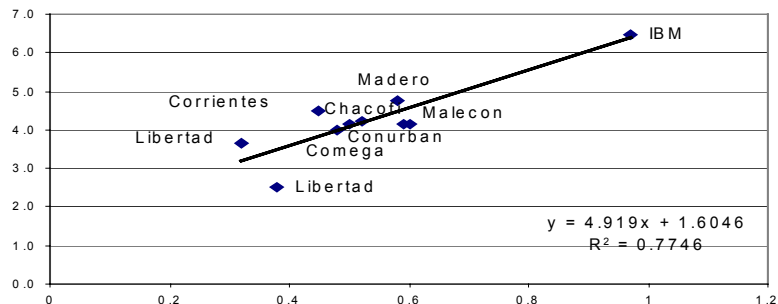


Figura 8. Correlación entre el coeficiente “G” y el factor de forma.

3.3. Relación entre carga térmica anual en calefacción y área expuesta.

En la figura vemos la relación entre la carga térmica anual en calefacción (CTAC) y el área expuesta. Se puede observar que el edificio Comega con similar carga térmica que el edificio Chacofi, posee menor área expuesta que el primero.

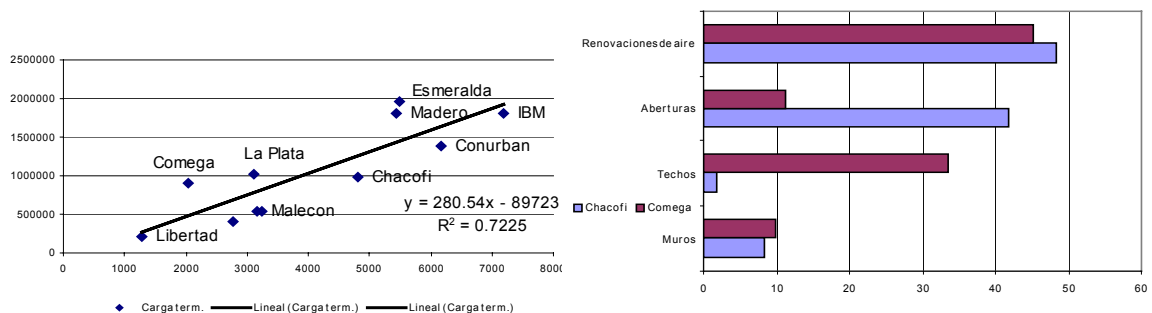


Figura 9. Relación entre la CTAC y el área expuesta, acompañado de las pérdidas discriminadas en

Al analizar las pérdidas térmicas discriminadas encontramos que las diferencias entre ellos se deben a la mayor superficie de cubierta en el edificio Comega. En todos los casos sin tener en cuenta las renovaciones de aire ya que están fijadas por la Norma IRAM N°11604. En el gráfico de la figura no se representaron los valores de pérdidas por suelo porque eran insignificantes respecto del resto de los valores.

3.4. Relación entre pérdidas térmicas y ganancias solares.

Al analizar la relación entre las pérdidas térmicas y ganancias solares se observa que el edificio Chacofi por su altura y fachada totalmente expuesta tiene mayor ganancia solar que el edificio Comega. Este último tiene fachadas recortadas y aberturas de dimensiones menores y protegidas de los rayos solares.

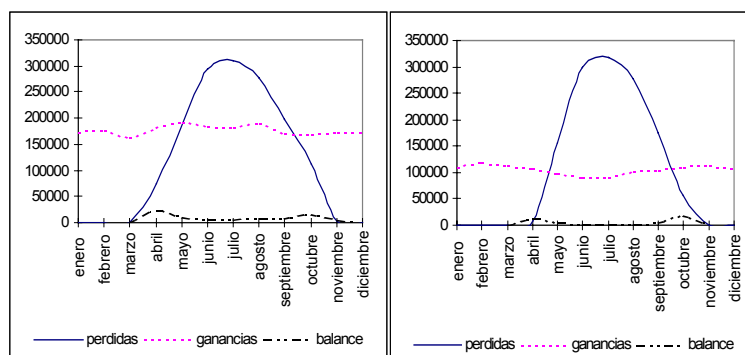


Figura 10. Relación entre pérdida térmica y ganancias solares para dos casos Edificio Chacofi, Edificio Comega.

4. CONCLUSIONES

Los cruces de variables formales y energéticas muestran interesantes correlaciones que facilitan la caracterización del tipo edilicio analizado y brinda información para comparar la situación local con el resto de latinoamérica.

Las expresiones empíricas expuestas poseen una consistencia aceptable que facilitaría la modelación ambiental de sectores urbanos de alta densidad edilicia y energética. La relación entre pérdidas térmicas y ganancias solares muestran particularidades que debieran profundizarse ya que denotan la importancia de esta tipología en reducir significativamente la dependencia de vectores energéticos convencionales. Se ha encontrado una buena base de conocimientos sobre la cual continuar el trabajo y se destaca la importancia del tema.

REFERENCIAS:

- Czajkowski, J y Rosenfeld, E. (1990). Resultados del análisis energético y de habitabilidad higrotérmica de las tipologías del sector residencial urbano del área metropolitana de Buenos Aires. *Actas 14ª Reunión de Trabajo de ASADES*. Pág 131-136. Mendoza.
- Czajkowski J. (1995). Sistema informatizado en ambiente CAD EnergoCAD para el diseño bioclimático y diagnóstico energético de edificios en múltiples escenarios. *Actas III Encontro Nacional y I Encontro Latino-Americano de Conforto No Ambiente Construido*. Gramado, Brasil.
- Czajkowski, Jorge. (1999) Desarrollo del programa AuditCAD para el análisis de edificios a partir de auditorías ambientales. En *Avances en energías renovables y medio ambiente*. ISSN 0329-5184. Pág. 08-5 a 8. Vol 3. Nro 2.

- Czajkowski, Jorge. Desarrollo de un sistema informático para el análisis del comportamiento edilicio a partir de audit-diagnósticos ambientales. Anais del VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construido, Bahía, Brasil, 2000. Versión CD.
- Joselevich y Douillet (1933). Edificio COMEGA. *Revista de Arquitectura*, Nro 151. Buenos Aires.
- Autores y artículos varios (1982). “Arquitectura y equipamiento para oficinas”. *Revista Summa* número extraordinario.
- Martínez S. (1999). “Un nuevo símbolo de puerto Madero”. *Revista Arquonauta*, año I, Nro 1. Pág 5-15.
- Lanari, L; et Al. (1978). “Torre Madero”. *Revista Nuestra Arquitectura*, nro 504. SIN 0029-5701. Pág. 8-13.
- Marusic, J.A. (1999). Ensayos y optimización de aspectos bioclimáticos para el diseño de edificios en altura. *AVERMA 3* Vol 1. pág 5.25-28.
- Fucaraccio, J y Rébora, R. (1988). Especificaciones para el diseño de la envolvente de edificios para la nueva Capital. Pautas para la conservación y uso racional de la energía. *Actas 13ª Reunión de trabajo de ASADES*. Pág. 363-370.