

INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGETICA EN EDIFICIOS. Comparación con estándares vigentes en Argentina.

Salvetti, María Belén¹; Czajkowski, Jorge² y Gómez, Analía Fernanda³

(1) Arquitecta Becaria Inicial ANPCyT; salvetti_belen@hotmail.com

(2) Prof. UNLP e Inv. Adj. CONICET (Director); jdczajko@gmail.com

(3) Prof. UNLP e Inv. Adj. CONICET (Co-Director); afgomez2001@yahoo.com.ar

Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, LAyHS - Laboratorio de
Arquitectura y Hábitat Sustentable. Calle 47 N° 162 – C.P. 1900 - La Plata - Argentina

Tel / fax: 54 (0221) 423-6587 (int. 255)

RESUMEN

En este trabajo se realiza un estudio comparativo del comportamiento energético de diferentes tipos edilicios. Se analizan tres casos de edificios de oficinas y tres de edificios de viviendas, y se los compara con una muestra anterior. Se busca encontrar correlaciones o diferencias de comportamiento energético en cuanto a pérdidas y ganancias potenciales de energía, y valores de G comparándolos con estándares de Normas Argentinas a fin de verificar el grado de eficiencia energética. En cuanto a la metodología, se utilizó el procedimiento del “AuditCAD”, basado en balances en estado estacionario. Se concluye que los indicadores utilizados se muestran claros para “calificar” energéticamente edificios y facilitar comparaciones. Por su parte, los edificios de menor tamaño se muestran relativamente menos eficientes energéticamente que aquellos de mayor volumen. Al mismo tiempo se destaca el crecimiento de la ineficiencia energética con el correr de los años. Finalmente se observa que ninguno de los casos analizados cumple con las Normas Nacionales.

Palabras Clave: eficiencia energética, edificios, estándares, indicadores.

ABSTRACT

In this paper there is made a comparative study of the energy behaviour of different types of buildings. Three cases of offices buildings and three cases of houses buildings are analyzed, and it compares them with a previous sample. It searches correlations or behavioral energetic differences in relation to potential loss and gains, and G values compared with Argentine standards in order to verify the degree of energy efficiency of the buildings. The methodology used was the procedure of the “AuditCAD”, which is based on balance in stationary state. It is concluded that the indicators used are clear to “describe” the buildings in relation to their energy development and to facilitate any comparisons. On the other hand, the minor buildings are relatively less efficient than those of greater volume. At the same time it can be seen that the energy inefficiency has grown as the years went by. Finally it is observed that none of the analyzed cases fulfills the National Norms.

Key words: energy efficiency, buildings, standards, indicators.

1. INTRODUCCION

El siguiente trabajo fue desarrollado en el LAyHS – FAU – UNLP. El mismo se encuentra enmarcado dentro de una de las líneas de investigación principales que se desarrolla en el laboratorio, orientada hacia la eficiencia energética edilicia en áreas urbanas. En el marco del PICT 2006 956 – BID1728/OC-AR denominado “*EFICIENCIA ENERGETICA EDILICIA EN AREAS METROPOLITANAS. Evaluación mediante auditorias y propuesta de estándares*”.

La importancia del tema está relacionada con dos problemáticas actuales: la escasez de recursos y el calentamiento global. Como es sabido, estas dos problemáticas son responsables del deterioro ambiental que viene sufriendo el mundo, y en los cuales la construcción arquitectónica y urbana tiene un grado de incidencia significativo. (IPCC, 2001).

Durante mucho tiempo se confió en el desarrollo de tecnologías adecuadas para el manejo de los recursos naturales a gran escala de modo que sea posible satisfacer las necesidades de la población mundial. Sin embargo la actualidad demuestra que esto no es así; que los recursos se agotan y que el riesgo que esto acarrea para la vida de millones de personas así como para el ambiente, es cada vez mayor. (VEGARA; DE LAS RIVAS, 2004)

La industria de la construcción es una de las más importantes consumidoras de materias primas y recursos no renovables, y representa una fuente de contaminación muy importante durante las diferentes fases en el ciclo de vida de un edificio. Esta implica un gran impacto ambiental no sólo durante los procesos de extracción y elaboración de las materias primas, sino también durante la construcción de edificios, su utilización y aún después, cuando el edificio es demolido y reciclado. (EDWARDS, 2008).

Los combustibles fósiles por su parte constituyen la principal fuente de energía empleada en el hábitat construido. En Argentina el gas es un insumo fundamental en la generación eléctrica y la calefacción. (SECRETARIA DE ENERGIA, 2008). La escasez y el riesgo potencial que representan las emisiones de carbono que el empleo de los mismos genera, hace que sea necesaria la discusión de un empleo intensivo.

En Europa y en otras partes del mundo se están llevando a cabo numerosos ejemplos de construcciones sustentables, conscientes de la problemática actual de la escasez de recursos. Cada día diversos medios gráficos especializados en arquitectura muestran más ejemplos de edificios corporativos que buscan mejorar su imagen ambiental apelando al diseño sustentable. Es conveniente aprovechar esta creciente ola de interés por el medioambiente, que viene ganando espacio en el ámbito de la construcción, para desarrollar edificios que no sólo sean eficientes en cuanto al consumo de energía, sino que además muestren respeto por el medioambiente.

Por su parte los últimos setenta años de la historia de la arquitectura urbana de la Argentina muestra la aparición y el desarrollo de edificios que crecieron en las limitaciones de los solares urbanos. Los códigos de edificación favorecieron el crecimiento en altura, aumentando la rentabilidad del suelo y junto al simbolismo que representaban estos edificios crecieron utilizando los últimos desarrollos tecnológicos (LIERNUR, 2004). Sin embargo, *“en el período 1900-1990 la calidad térmica de los edificios, en particular de los residenciales, fue descendiendo a pesar de que la oferta tecnológica crecía. 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 nuestras normas que bajaba aún más los requerimientos de calidad”* (CZAJKOWSKI, 1990).

En los últimos años se ha avanzado en la creación de indicadores de eficiencia energética para torres de vivienda. Ya existen en la Argentina Normas sobre ahorro de energía en calefacción y refrigeración de edificios de viviendas (IRAM 11659-2; 11604). Sin embargo resta generar antecedentes para otros usos tal como lo son los edificios de oficinas, públicas o privadas. Al mismo tiempo tampoco se ha consensado en el país cuál es el indicador de eficiencia adecuado para contener la demanda de energía y tender hacia propuestas de edificios de “baja energía” o “energía cero”.

2. OBJETIVO

El objetivo del trabajo es realizar un análisis comparativo del comportamiento energético de diferentes casos de edificios -tanto de viviendas como de oficinas- teniendo en cuenta las diversas variables que entran en juego para su materialización.

3. METODO

Para la realización del trabajo se tomó una muestra de seis edificios –tres de vivienda y tres de oficina- con características constructivas diversas. La elección de los ejemplos se hizo al azar entre diversos medios gráficos especializados en arquitectura. Se buscó que los distintos ejemplos elegidos presentaran diversidad en las formas de aventanamiento y de constitución de la fachada, en la relación de superficies acristaladas y opacas, en los sistemas de protección solar, entre otras.

Al mismo tiempo se tomó como parte de la muestra para realizar un análisis comparativo un trabajo previo (ver tabla 1).

Reunida la muestra; se determinaron las características de la envolvente a partir de documentación gráfica y de las memorias técnicas de los edificios. Al mismo tiempo se profundizó en el análisis del diseño formal de los distintos ejemplos y su relación con la calidad térmica edilicia, y el uso racional de la energía entre otros aspectos.

Para el análisis energético de los casos se utilizó el programa AuditCAD (CZAJKOWSKI, 1999). Dicho programa permite analizar en estado estacionario el comportamiento térmico y energético del edificio, mensualmente. Asimismo determina indicadores formales basados en las Normas IRAM. Luego los resultados son exportados a Excel para su análisis estadístico.

Edificio	Area env. (m ²)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	F. forma (adim)	G (W/°C)	Q _{cal} (KWh/año)	Q _{s cal} (KWh/m ² /año)
Comega	19045	13357	40072	0,48	4,00	909212	68
Chacofí	16975	10736	32208	0,52	4,23	972647	91
Conurban	22776	15118	45354	0,50	4,14	1377589	91
Esmeralda 116	9358	26555	79666	0,12	4,14	1966292	74
IBM	32642	18067	54201	0,60	6,48	1799576	100
Libertad 565	3848	1323	3970	0,97	3,64	213527	161
Madero	24153	25142	75426	0,32	4,77	1815493	72
Malecom	8761	5045	15136	0,58	4,16	532326	106
Corrientes 1427	7451	4219	12656	0,59	4,48	403810	96
Libertad 731	7582	5619	16858	0,45	2,52	544560	97
La Plata	14479	12681	38043	0,38	4,20	1018820	80

Tabla 1: Cuadro síntesis muestra previa. Fuente: Corredera, C.; Czajkowski, J. (2003)

Posteriormente se procedió con la realización de planillas síntesis (figuras 1 a 6), las cuales contienen toda la información básica de los casos analizados para poder emplearla en los distintos gráficos.

4. ANALISIS DE RESULTADOS

Como consecuencia del procesamiento de la información se obtuvieron los siguientes resultados que pueden ser agrupados de la siguiente forma:

4.1. Edificio de oficinas

Se tomaron tres ejemplos de edificios de oficinas (figuras 1 a 3) con características constructivas diversas. Los mismos cuentan con distintas situaciones de aventanamiento, de tratamiento de fachada, de relación de planos opacos y vidriados, de protección solar, etc.



Figura 1: Descripción básica del edificio.



Figura 2: Descripción básica del edificio.



Figura 3: Descripción básica del edificio.

4. 2. Edificio de Viviendas

En este caso se tomaron como ejemplo tres casos de edificios de viviendas (figuras 4 a 6) también, como en los casos anteriores, presentan características constructivas diversas; cuentan con distintas situaciones de aventanamiento, de relación de planos opacos y vidriados, de protección solar, etc.



Figura 4: Descripción básica del edificio.



Figura 5: Descripción básica del edificio.



Figura 6: Descripción básica del edificio.

La figura 7 muestra la relación entre el volumen a climatizar y la carga térmica de los edificios analizados en este trabajo. Se observa una gran diferencia dimensional entre el edificio de la ANSES (Figura 3) y el resto de los edificios analizados, como así también de la carga térmica necesaria para su climatización.

Por su parte la figura 8 muestra la relación entre el volumen a calefaccionar y la carga térmica de los edificios analizados, y los compara con los edificios de un trabajo previo. Las líneas de tendencia de cada uno de los trabajos son *similares*. Las expresiones resultantes permiten conocer la demanda anual de energía en calefacción a partir del volumen calefaccionado con un $R^2=0,98$ para la muestra actual y $R^2=0,94$ para la muestra previa.

$$Q_{cal}=39,749 \times \text{volumen} + 139849(\text{KWh/año}) \quad [1]$$

$$Q'_{cal}=23,788 \times \text{volumen} + 155940(\text{KWh/año}) \quad [2]$$

La mayor pendiente de la expresión [1] que se corresponde con casos de construcción reciente, muestra un crecimiento en la demanda de energía en calefacción que implica un aumento de la ineficiencia energética en los últimos años.

Entre los casos analizados en este trabajo se distinguen el edificio Fox LAChannel (figura 3) y el de la ANSES (figura 4). El primero se encuentra por debajo de la línea de tendencia (figura 8), mientras que el edificio de la ANSES presenta valores muy superiores al resto. Al mismo tiempo este último puede ser comparado con el edificio IBM (tabla 1). El volumen a calefaccionar en el IBM es superior al del edificio de la ANSES, sin embargo las cargas térmicas necesarias para la climatización de ambos es similar.

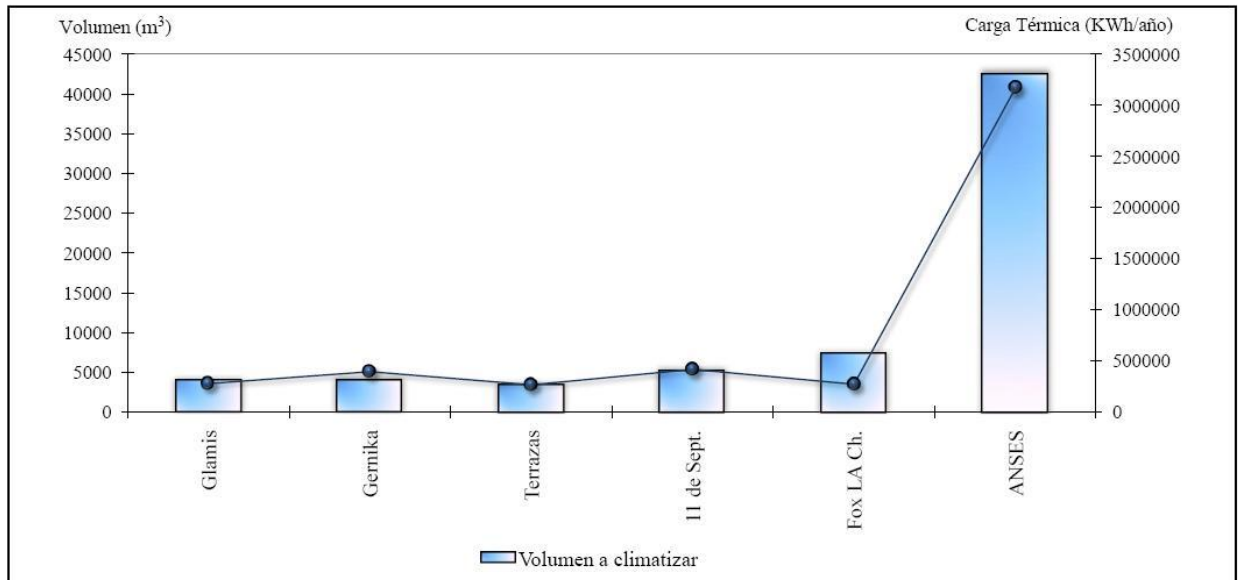


Figura 7: Relación entre el volumen a climatizar y la carga térmica. Cuadro síntesis.

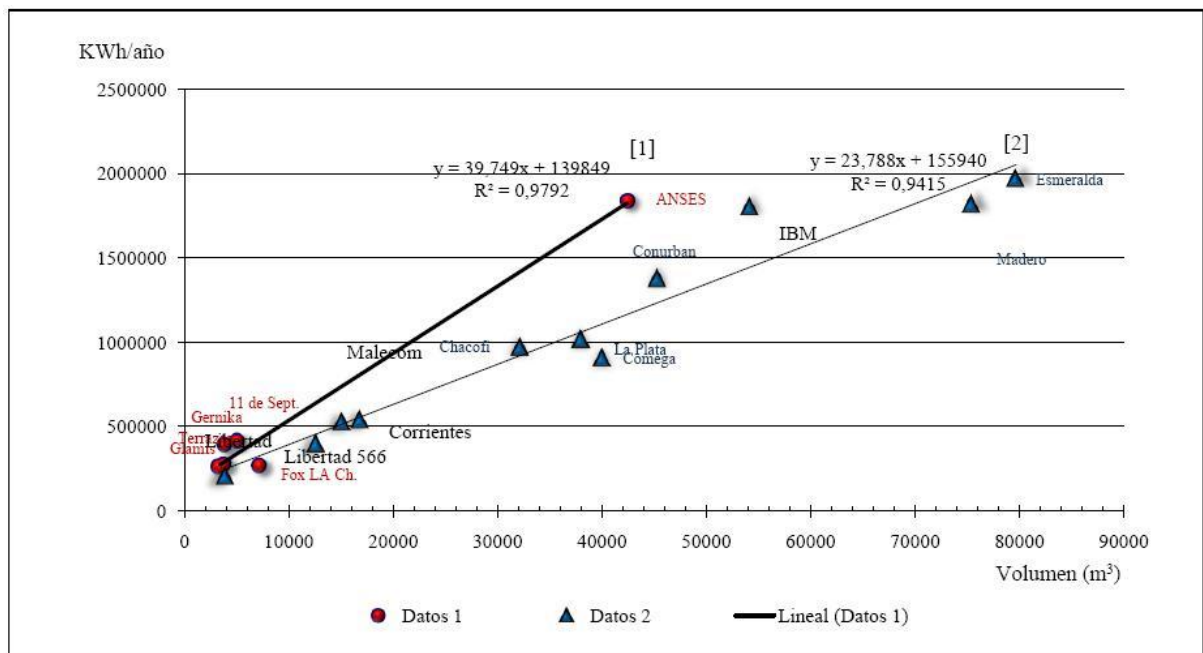


Figura 8: Relación entre el volumen a calefaccionado y la carga térmica anual en calefacción. Comparación con un trabajo previo.

La Figura 9 muestra la carga térmica por metro cuadrado para los distintos casos analizados. El sector “A” distingue aquellos edificios con un volumen a climatizar inferior a los tres mil metros cúbicos. Los mismos presentan una gran dispersión en la carga térmica por metro cuadrado que requieren. A modo de hipótesis se plantea que los edificios pequeños implican sistemas de calefacción que no impactan significativamente en el costo inicial y demuestran una menor preocupación por el ahorro energético. Por su parte los edificios con un volumen mayor a los tres mil metros cúbicos muestran una correlación con pendiente negativa, donde a medida que se incrementa el tamaño del edificio decrece la carga térmica por m^2 .

La figura 10 por su parte relaciona el volumen de los diferentes edificios con el coeficiente G_{cal} [$W/m^3\cdot C$] de los mismos (IRAM 11604). Puede verse como en todos los casos el G_{cal} del edificio es superior al G_{adm} , con lo cual ningún caso de la muestra edilicia presente o previa cumple con las Normas nacionales que de hecho no son de cumplimiento obligatorio. La correlación entre el volumen calefaccionado y el G_{cal} es bajo en la muestra actual ($R^2=0,352$) y en la muestra previa es aún más baja ($R^2=0,195$). Esto muestra la falta de regulación de la calidad energética edilicia en los Códigos de Edificación. Por otra parte la muestra actual tiene la particularidad que la relación vidriado/opaco es menor a las torres de oficina del trabajo de comparación y esto lleva a que los G_{cal} sean sensiblemente más bajos y cercanos a los valores admisibles de la Norma IRAM.

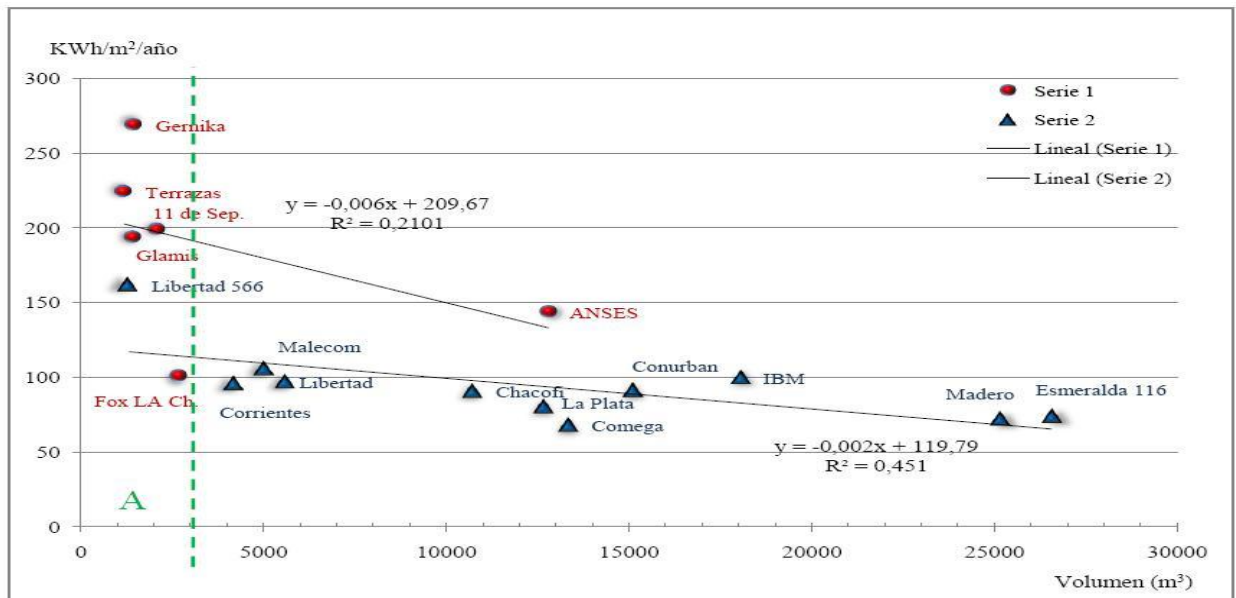


Figura 9: Carga térmica por m2 de los distintos edificios analizados. Comparación con un trabajo previo.

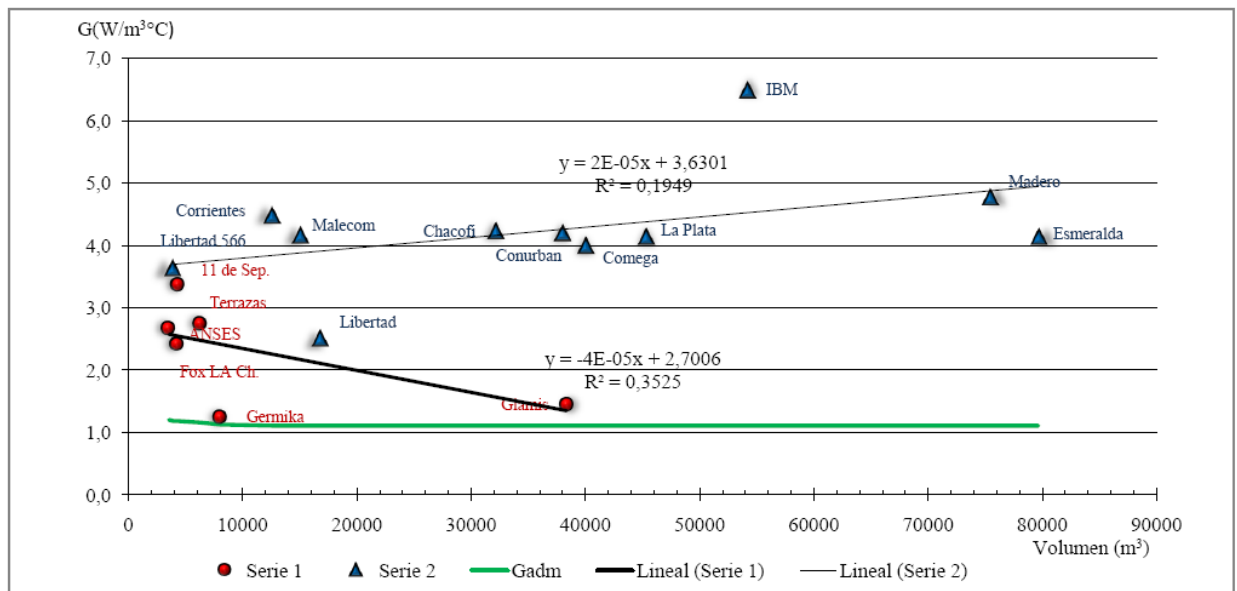


Figura 10: Relación entre el volumen a climatizar y el Coeficiente G. Comparación con un trabajo previo.

4. 3. Comparación en implantaciones correspondientes a ciudades intermedias en clima templado

Se realizó un análisis a través del cual se busca mostrar el comportamiento energético de los distintos edificios en algunas de las ciudades más importantes de la Argentina (tabla 2), con características climáticas diferentes; aunque todas dentro del clima templado (Norma IRAM 11603).

La Figura 11 muestra el comportamiento energético del edificio Gernika (Figura 6), y las pérdidas y ganancias anuales del mismo para su localización en distintas ciudades de la Argentina.

Puede verse como para la localización en la ciudad de Córdoba el edificio muestra la posibilidad de obtener ganancias de aproximadamente 2.000.000 KWh/año, muy superiores a las que podría obtener en las otras localizaciones.

Ciudad, Provincia	Latitud (°)	Tamaño (hab.*)	Grados Dia (°D)**)
Paraná, Entre Ríos	-39,8	237.000	591
Córdoba, Córdoba	-31,4	1.316.000	608
La Plata, Buenos Aires	-35	563.000	992
Bahía Blanca, Buenos Aires	38,7	318.000	1369
Mar del Plata, Buenos Aires	38,1	542.000	1653

* INDEC 2001 ** IRAM 11603 (18°C)

Tabla 2: Cuadro Síntesis de las ciudades analizadas.

Simultáneamente se observa que en la mayoría de los casos las pérdidas no llegan a los 500.000KWh/año, lo que marca una diferencia importante entre ambos valores. Mientras que en otras ciudades como La Plata, Mar del Plata y Bahía Blanca las pérdidas y ganancias no presentan grandes diferencias. Sin embargo no ocurre lo mismo con Paraná; para esta localización el porcentaje de pérdidas anuales es menor al de las otras ciudades analizadas y en este caso las posibles ganancias no son tan importantes como en el caso de Córdoba.

Por su parte, la figura 12 muestra el comportamiento energético del edificio de la ANSES (Figura 4). Para su localización en la ciudad de La Plata el edificio manifiesta pérdidas de aproximadamente 1.800.000KWh/año mientras que las ganancias no alcanzan los 1.000.000KWh/año. Contrariamente a lo que ocurre para las localidades de Córdoba y Paraná donde el edificio presenta un número equilibrado de pérdidas y posibles ganancias, para las ciudades de Mar del Plata y Bahía Blanca el número de pérdidas es ampliamente superior a las posibles ganancias.

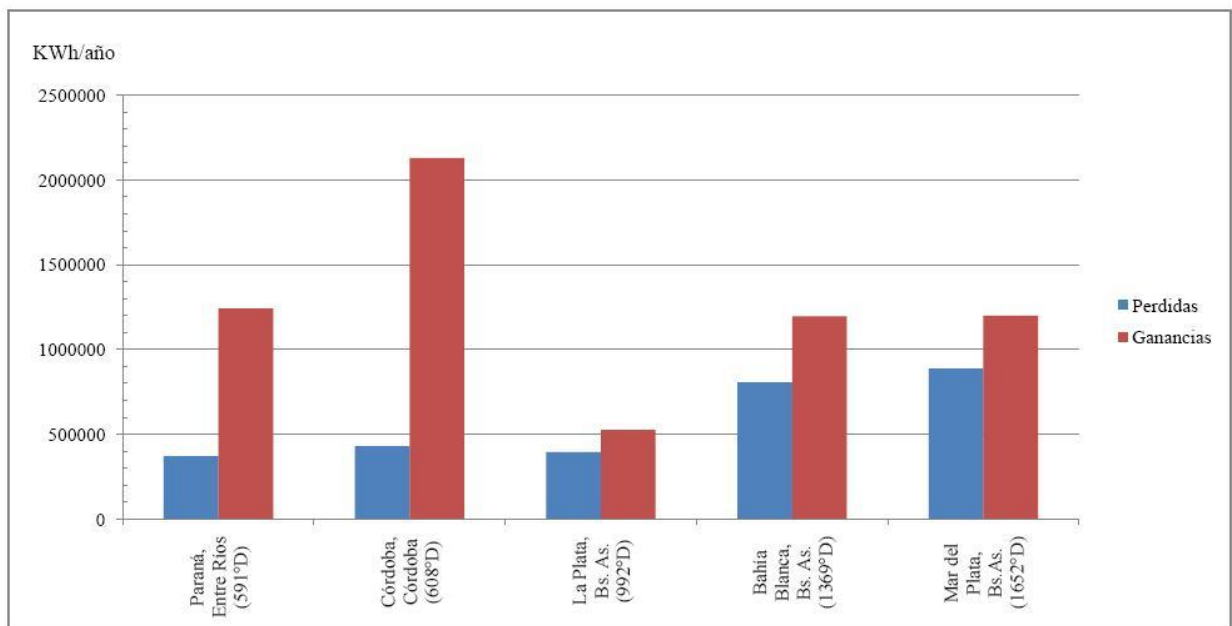


Figura 11: Pérdidas y ganancias del edificio Gernika (Figura 6) en diferentes ciudades de la Argentina.

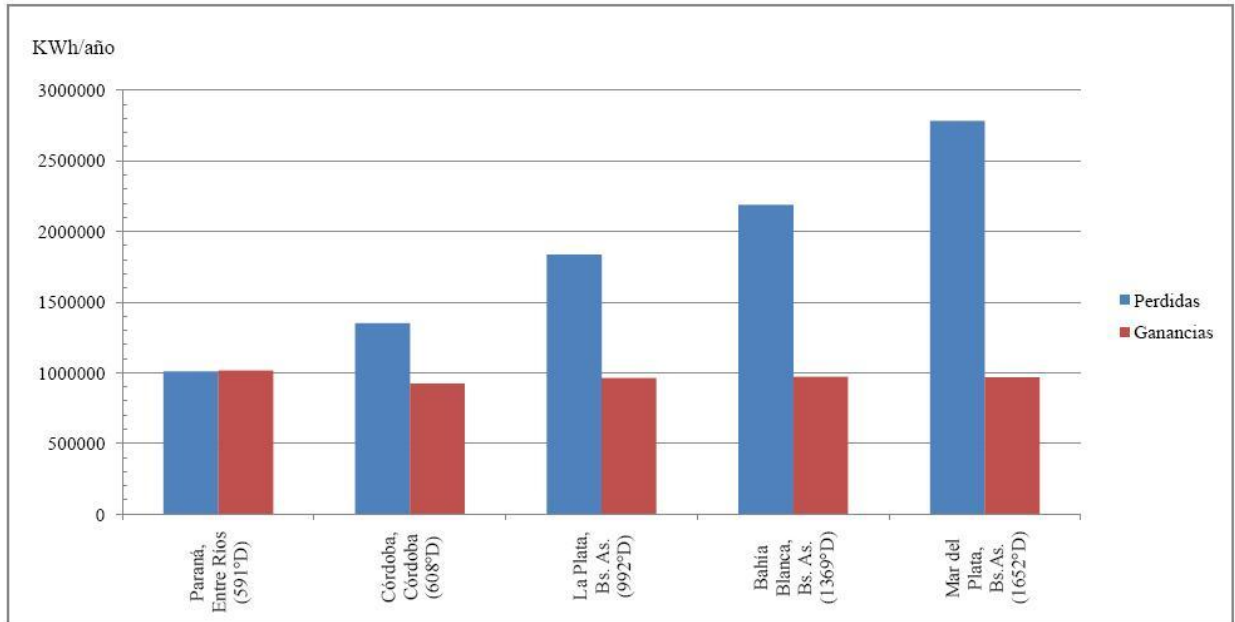


Figura 12: Pérdidas y ganancias del edificio de la ANSES (Figura 4) en diferentes ciudades de la Argentina.

5. CONCLUSIONES

Este trabajo permitió realizar un análisis comparativo de diferentes edificios y su comportamiento energético.

Pudo observarse la relación entre la carga térmica necesaria para climatizar un edificio y el volumen del mismo. A modo de hipótesis se concluye que los edificios pequeños demuestran una menor preocupación por el ahorro energético; éstos implican sistemas de calefacción que no impactan significativamente en el costo inicial. Por su parte en los edificios con un volumen mayor a los tres mil metros cúbicos se observa que a medida que se incrementa el tamaño del edificio decrece la carga térmica.

El análisis de los distintos casos y la comparación con la muestra previa permitió observar el crecimiento en la demanda de energía en calefacción en los últimos años, lo que implica un aumento de la ineficiencia energética.

Al mismo tiempo pudo observarse el comportamiento energético de un mismo edificio para distintas ciudades con características climáticas diversas, aunque todas dentro del clima templado. Resultó interesante observar la diferencia de resultados en la relación entre pérdidas y ganancias que se obtuvo a partir de la supuesta localización de un mismo ejemplo en distintas ciudades de la Argentina.

Por otra parte, la diferencia entre el G_{cal} de los edificios y el G_{adm} determinado por la Norma IRAM 11604 -en todos los casos el valor de G_{cal} se halla muy por debajo de los valores admisibles por las normas- nos lleva a reflexionar sobre la baja calidad de los edificios en materia de eficiencia energética.

Respecto a los indicadores de eficiencia energética en edificios el G_{cal} resulta adecuado para caracterizar la calidad térmica de edificios y facilitar comparaciones, mientras la carga térmica anual por unidad de superficie permite mostrar el comportamiento que presentarán en el sitio que se implanten. Las Normas IRAM prevén valores admisibles de carga térmica en refrigeración pero resta incorporar dicho indicador en calefacción.

6. REFERENCIAS

- CORREDERA, C.; CZAJKOWSKI, J. Evolución en el diseño de torres de oficinas en la Argentina desde un enfoque ambiental. ENCAC. Curitiba. 2003.
- CZAJKOWSKI, J. Desarrollo del programa AuditCAD para el análisis de edificios a partir de auditorías ambientales. Revista Avances en energías renovables y ambientales 3/1999. ISSN 0329-5184.
- CZAJKOWSKI, J.; ROSENFELD, E. Resultados del análisis energético y de habitabilidad hgotérmica de las tipologías del sector residencial urbano del Área Metropolitana Buenos Aires. Actas de la 14^{va} ASADES. Mendoza. 1990. Págs. 131-136.
- EDWARDS, BRIAN Guía básica de la sostenibilidad. Gustavo Gili, SL. Barcelona. 2008.
- IPCC. Tercer informe de evaluación del Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambio Climático 2001. Ginebra, Suiza. ISBN 0 52180770 0.

- IRAM. 11659-2. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Viviendas. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires. 2007.
- IRAM. 11603. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires. 1996.
- IRAM. 11604. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires. 1990.
- LIERNUR, J.F. Voz "Torre". En Diccionario de Arquitectura en la Argentina. Edit. Clarín. Buenos Aires, 2004. ISBN: 950-782-428-6.
- SECRETARIA DE ENERGIA. Informe de auditoría de gestión del programa de políticas energéticas. Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios. Buenos Aires. 2008.
- VERGARA, A.; DE LAS RIVAS, J. Territorios inteligentes. La ciudad sostenible. Fundación Metrópoli. Madrid. 2004