

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO-AMBIENTAL EN TORRE DE VIVIENDAS EN LA PLATA.

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

Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAYS). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. 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 del comportamiento energético-ambiental de una torre de viviendas en la Ciudad de La Plata (clima templado - cálido húmedo). Se partió del análisis particularizado de dos departamentos auditados en invierno y verano. Luego los resultados obtenidos del estudio de estos dos casos fueron extrapolados al total del edificio para su análisis global. En cuanto a la metodología, se utilizó el método del “Audit-CAD”, el cual permite analizar el comportamiento térmico y energético del edificio mensualmente, mediante el ingreso de los datos auditados. A partir de analizar los consumos energéticos de los departamentos para ambos períodos, se busca conocer los valores para construir un indicador de consumo de energía real y mejorarlo; a fin de utilizarlo en un modelo de consumo a nivel urbano.

Palabras Clave: edificios – eficiencia energética – auditoría energética – confort.

INTRODUCCION:

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

La importancia del tema está relacionada con dos problemáticas actuales: la escasez de recursos y el calentamiento global. Aspectos en los cuales la construcción arquitectónica y urbana tiene un grado de incidencia significativo (IPCC, 2001). La industria de la construcción es una de las más importantes consumidoras de materias primas y recursos no renovables. La misma 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, por ejemplo, el 96% de la generación eléctrica es mediante centrales de ciclo combinado mientras que para calefacción es intensivo el uso de gas natural (Secretaría de Energía de la Nación; MECON, 2007).

El edificio analizado se encuentra implantado en la ciudad de La Plata. Esta ciudad se encuentra en la Zona Bioclimática IIIb de la Argentina, clima templado - cálido húmedo.

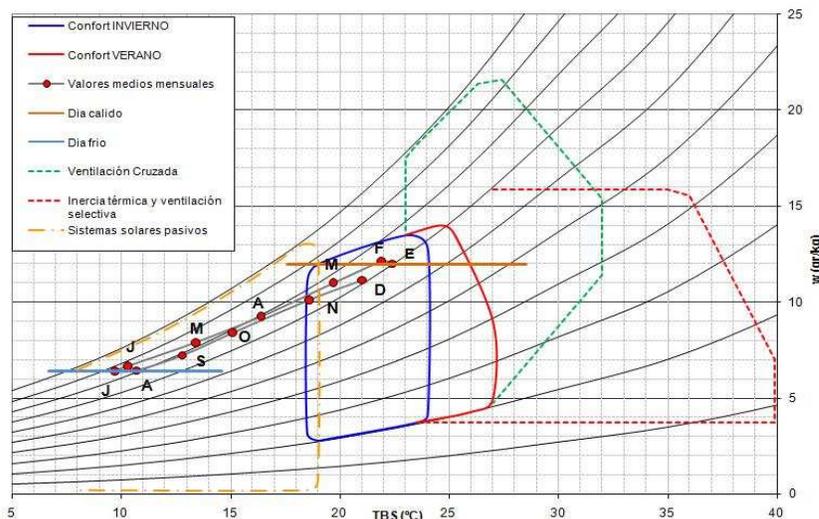


Figura 1: Climograma de Givoni para La Plata.

A pesar de sus características particulares el clima templado en nuestro país se distingue por veranos e inviernos marcados pero no rigurosos. Su característica principal es el alto nivel de humedad durante todo el año, con amplitudes térmicas menores a 14°C. En verano las temperaturas medias varían entre los 20 y los 26°C, con máximas que superan los 30°C. En invierno las temperaturas medias varían entre los 8 y los 12°C, con mínimas entre los 5 y los 8°C. Por su parte, la humedad relativa media varía entre el 70 y el 85%. En esta subzona se concentra casi el 60% de la población del país. La aglomeración que tiene lugar en las áreas metropolitanas favorece la generación del efecto de “Isla de calor”, el cual implica una suba de 3 a 4°C (Czajkowski, 2009).

Para esta zona se recomienda utilizar colores claros y doble aislamiento térmico en techos con respecto a los muros. Fachadas ventiladas en grandes edificios, y ventanas con DVH y protección solar móvil. Aprovechamiento de los vientos predominantes y protección de las carpinterías que dan al S-SE por las fuertes tormentas. La orientación óptima es la NNO-N-NNE porque facilita la protección solar en verano y el asoleamiento en invierno. Según el climograma de Givoni durante gran parte del año deberá tenerse en cuenta el uso de sistemas solares pasivos (Figura 1).

El edificio fue construido en el año 1999. Su tecnología constructiva es convencional con estructura de hormigón armado y muros de cerramiento exterior de ladrillos huecos de 18x18x33, sin aislamiento higratérmico adicional. Por su parte los cerramientos interiores se han materializado con ladrillos huecos de 12x18x33, los que separan a los departamentos entre sí y con las áreas comunes, y con ladrillos de 8x18x33 aquellos que dividen los ambientes interiores de cada departamento. Como sistema de calefacción cada uno de los departamentos cuenta con una estufa de tiro balanceado de 4.000 Kcal de potencia. Por su parte el sistema de refrigeración de los distintos departamentos se ha dejado a criterio de cada uno de los habitantes. De los dos departamentos analizados uno (1°B) ha optado por un equipo de aire acondicionado tipo Split de 1.200W de potencia en la zona del estar-comedor y ventiladores de techo en la zona de dormitorios, mientras que el otro (3°B) ha optado por colocar ventiladores de techos en todos los ambientes principales. (Figuras 2 y 3).



Figura 2: Cortes del edificio analizado.



Figura 3: Fachada del edificio analizado.

OBJETIVO:

El objetivo del trabajo es realizar un análisis del comportamiento energético-ambiental del edificio partiendo del estudio higratérmico de dos departamentos analizados. Asimismo constituyen parte del objetivo de este trabajo la modelización del edificio, la construcción de indicadores e índices y las propuestas de mejora del mismo.

INSTRUMENTOS Y METODOS:

Para la realización del trabajo se analizó el edificio completo por medio del AuditCAD (Czajkowski, 1999). Dicho programa permite analizar mensualmente el comportamiento térmico y energético del edificio, mediante el ingreso de los datos auditados al tiempo que determina indicadores formales basados en las Normas IRAM. Luego los resultados fueron exportados a Excel para su análisis.

Particularmente se estudiaron dos departamentos (1°B y 3°B) cuyos habitantes permitieron el acceso a los distintos ambientes. Al mismo tiempo se realizó una encuesta para determinar las variaciones en los consumos de gas natural y electricidad para calefacción y refrigeración respectivamente.

La campaña de medición comprendió los períodos de verano e invierno. Para la misma se utilizaron ocho micro-adquiridores de datos HOBO U10-003 para medir la temperatura y humedad de los ambientes interiores y una Estación Meteorológica HOBO ProV2 para medir la temperatura y humedad en el exterior. La radiación solar fue registrada por la estación meteorológica fija Davis “Vantage Pro2”. Para el procesamiento de los datos generados por los HOBOS se utilizó el “HOBOWarePro” y el “BoxCarPro”.

Durante estos períodos se tomaron mediciones de los consumos de gas natural y electricidad en todos los departamentos. Por otra parte se instalaron cuatro HOBOS en cada uno de los departamentos auditados. Se colocó uno en el dormitorio principal, otro en el estar-comedor, y los otros dos en el calefón y sobre el horno para poder discriminar el consumo de gas natural para agua caliente sanitaria y cocción respectivamente. El intervalo de tiempo en la toma de datos se fijó en quince minutos para los HOBOS ubicados en los ambientes principales y en la Estación Meteorológica, y un minuto para los HOBOS ubicados sobre el calefón y sobre el horno (Figura 4). Los datos obtenidos fueron exportados a Excel para su análisis.



Figura 4: Plantas del edificio analizado.

RESULTADOS Y DISCUSION:

Para el estudio del comportamiento energético-ambiental del edificio se partió del análisis particularizado de los dos departamentos a los que pudo accederse. Luego los resultados obtenidos del estudio de estos dos casos fueron extrapolados al total del edificio para su análisis global.

Análisis del confort higrotérmico de los departamentos:

Se tomaron mediciones en dos períodos para poder analizar el comportamiento de las viviendas en verano e invierno. Para el análisis de las variaciones de temperatura y humedad en los distintos ambientes se eligieron cinco horarios que relacionan las horas de mayor y menor ocupación de las viviendas (Figura 5) con la incidencia del sol sobre los diferentes ambientes que las conforman. El criterio de elección de esas bandas horarias fue el siguiente:

- 07.00hs: horario de salida del sol - comienzo de actividad dentro de la vivienda.
- 10.00hs: media mañana - los departamentos se encuentran vacíos.
- 13.00hs: primera hora de la tarde - los departamentos vuelven a ocuparse.
- 17.00hs: hora crítica de la tarde cuando el sol más incide sobre la fachada principal (orientación NO).
- 20.00hs: ausencia de sol - ocupación definitiva hasta el día siguiente.

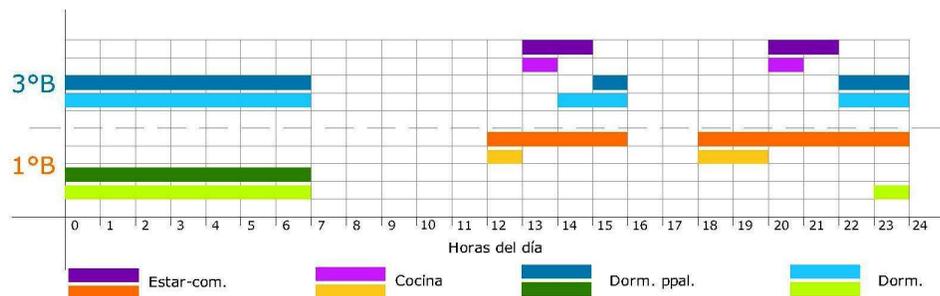


Figura 5: Ocupación de los departamentos, según encuesta socio-energética.

Comportamiento higrotérmico de Verano:

La campaña de medición comprendió los días del 10 al 16 de marzo del corriente año. El gráfico de la Figura 6 muestra la evolución de la temperatura durante el período de medición estival. Los días abarcados por este período no presentaron temperaturas extremas de días típicamente cálidos. El mayor pico de temperatura se observa el día 14 de marzo con una máxima de 33.08°C; ese mismo día se registró una mínima de 19.37°C (amplitud térmica = 13.72°C). Puede verse en el

gráfico como este descenso de la temperatura continúa y es así que al día siguiente se registra la temperatura más baja del período estudiado (13.31°C). Por su parte los ambientes interiores presentan variaciones en las temperaturas que siguen los picos producidos por las temperaturas exteriores. En general las temperaturas interiores se encuentran por encima de los límites de confort para verano con máximas que superan los 30°C y mínimas que rondan los 20°C. El 14 de marzo se registró una máxima de 31.47°C a las 15.30hs en el departamento del tercer piso, ese mismo día se registró una mínima de 25.22°C a las 23.45hs (amplitud térmica = 6.25°C). Por su parte en el departamento del primer piso ese día se registró una máxima de 29.35°C y una mínima de 26.68°C (amplitud térmica = 2.67°C). Durante el 16 de marzo se observaron las temperaturas mínimas interiores del período estudiado, 20.14°C en el departamento del tercer piso y 23.10°C en el del primer piso. En ambos casos las temperaturas máximas tienen lugar en la zona del estar-comedor y las mínimas en la zona de dormitorios.

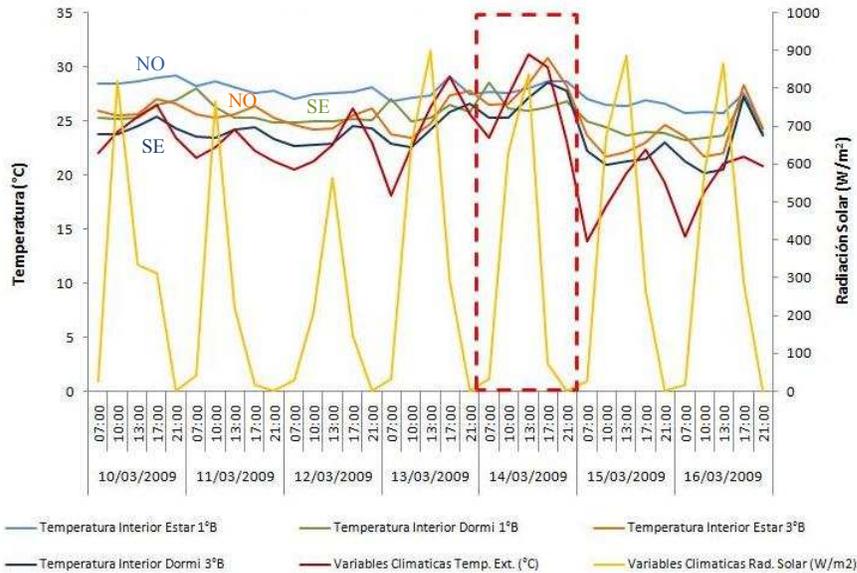


Figura 6: Evolución de la temperatura en el periodo estival (del 10/03/09 al 16/03/09).

Para un análisis más detallado del comportamiento higrotérmico de las viviendas se tomó el día crítico y se lo analizó con el programa PsiConf 1.4. El día 14 de marzo se registraron las mayores temperaturas, interiores y exteriores. Según el climograma de Givoni (Figura 7) puede verse como la mayor parte del día todos los ambientes se encuentran fuera de los límites de confort. Según este diagrama para lograr alcanzar dichos límites las viviendas deberían incorporar en su diseño ventilación cruzada, inercia térmica y ventilación selectiva, y sistemas solares pasivos. Por otra parte se observan algunos puntos del dormitorio del tercer piso y algunos más del departamento del primer piso dentro de la zona de confort de verano, sin embargo puede verse que estos puntos coinciden con temperaturas exteriores por debajo de los 25°C.

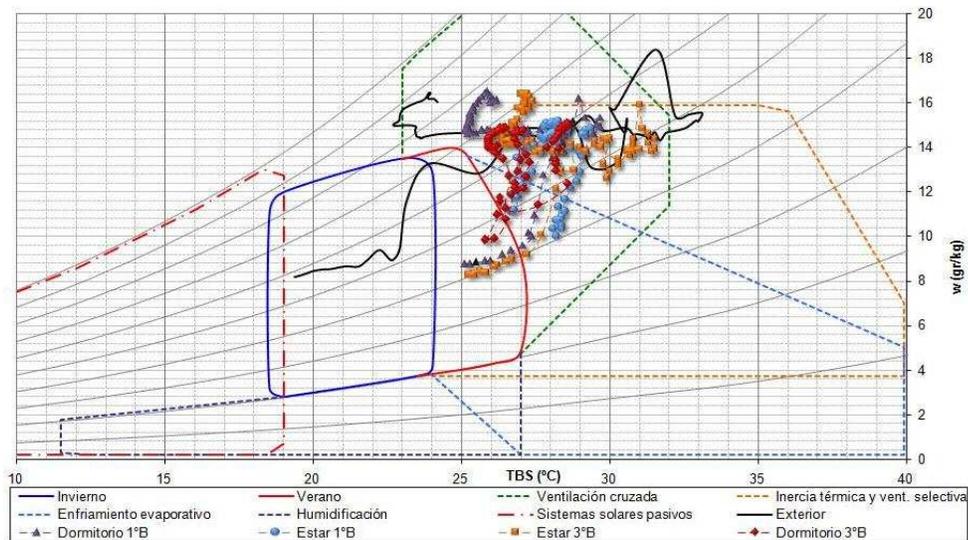


Figura 7: Análisis del comportamiento higrotérmico de los departamentos (14/03/09).

Comportamiento higrotérmico de Invierno:

La campaña de medición comprendió los días 18 al 24 de junio del corriente año. El gráfico de la Figura 8 muestra la evolución de la temperatura durante el período de medición invernal. Al igual que como ocurrió durante los días analizados en verano, los abarcados por este período no presentaron temperaturas extremas de días típicamente fríos. El 24 de junio se registra la menor temperatura del período (3.59°C); ese mismo día se registró una máxima de 18.25°C (amplitud térmica = 14.66°C). Por su parte los ambientes interiores presentan variaciones en las temperaturas que siguen las variaciones de la temperatura exterior. En este caso hay una notable diferencia entre las temperaturas interiores de ambos departamentos; mientras que en el departamento del primer piso las temperaturas oscilan entre los 18°C y los 25°C, en el departamento del tercer piso las mismas oscilan entre los 14°C y los 22°C. El 23 de junio se registraron las temperaturas interiores mínimas del período estudiado con 18.43°C para el departamento del primer piso y 14.23°C para el del tercer piso. Por su parte el 20 de junio se observaron las mayores temperaturas interiores con 25.42°C registrados en el departamento del primer piso y 22.33°C en el del tercer piso. En ambos casos las temperaturas máximas tienen lugar en la zona del estar-comedor y las mínimas en la zona de dormitorios.

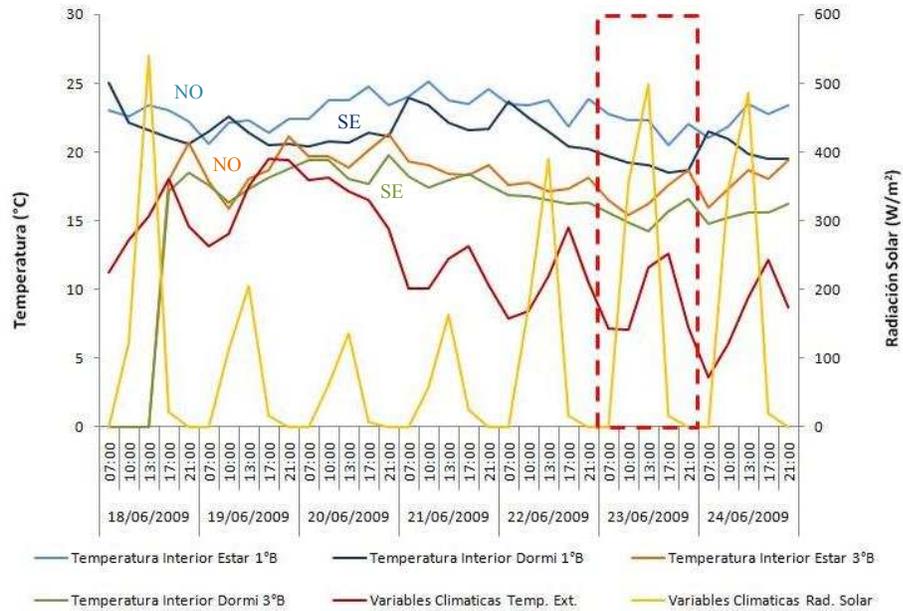


Figura 8: Evolución de la temperatura en el período invernal (del 18/06/09 al 24/06/09).

Para un análisis más detallado del comportamiento higrotérmico de las viviendas se realizó un diagrama psicrométrico en el cual se tomó como referencia el día 23 de junio, en el que se registraron las temperaturas más bajas, interiores y exteriores. Según el climograma de Givoni (Figura 9) puede verse como sólo los dormitorios se encuentran dentro de los límites de confort para invierno. Por su parte las áreas de estar-comedor se encuentran casi en su totalidad por debajo de dichos límites y sólo en algunas partes del día el estar del departamento del primer piso alcanza estas condiciones. Según este diagrama para lograr el confort de invierno las viviendas deberían incorporar en su diseño sistemas solares pasivos.

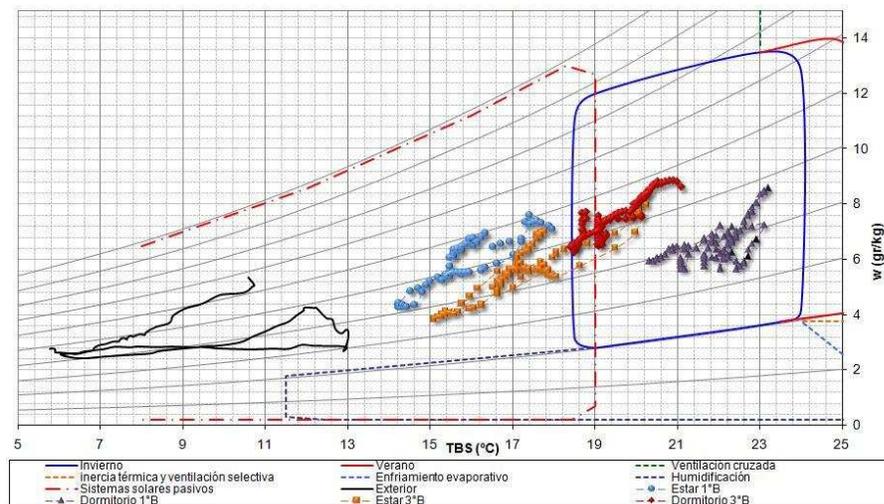


Figura 9: Análisis del comportamiento higrotérmico de los departamentos (23/06/09).

Análisis energético del edificio:

Para el análisis energético global del edificio, se adoptan los valores relevados. Respecto al modo en que se estudió la envolvente edilicia, el mismo se basó en el procedimiento establecido por la Norma IRAM 11604. Al analizar el edificio a través del AuditCAD se obtuvo una diferencia del 10,9% entre la demanda calculada en calefacción y la medida. La diferencia puede asumirse como la correspondiente al consumo de gas para calentamiento de agua y cocción. La Figura 12 muestra los datos que se utilizaron para el cálculo y los resultados que se obtuvieron del AuditCAD.

COMPARACION BALANCES ENTRE APORTES MEDIDOS Y CALCULADOS			
Dias medición	6 días	NECESIDADES DE ENERGIA CALCULADAS	6157,98 KW/h
Horas medición	144,00 hs	Aportes debidos al Gas Natural	4512,36 KW/h 65,30%
Cons gas natural	785,10 m ³	Aportes debidos a la Energía Eléctrica	1708 KW/h 24,70%
Cons En Elect	1708,00 KW/h	Aportes debidos a la ocupación	324 KW/h 4,70%
Tmedia Ext.	12,90 °C	Aportes debidos a la insolación	368,55 KW/h 5,30%
Tmedia Int.	18,86 °C	APORTES DE ENERGIA S/ MEDICIONES	6912,91 KW/h
N° Ren aire	1,80 ra	DIF PORCENTUAL E/ CONSUMO CALCULADO Y MEDIDO	-10,92%
N° Personas	50,00 Hab		
Area Habitabile	1314,35 m ²		
Vol Climatizado	3548,74 m ³		

Figura 12: Comparación de balances energéticos entre aportes de energía medidos y calculados para la totalidad del edificio en la semana de medición.

En la Figura 13 puede verse como el mayor porcentaje de pérdidas es a través de muros, siguiéndole en importancia las pérdidas por renovaciones de aire y luego a través de las carpinterías. También las pérdidas a través de los techos son importantes sólo que como la superficie analizada es menor a la de los demás elementos constructivos, la incidencia porcentual también disminuye. El análisis termo-energético se basó en el procedimiento establecido por la Norma IRAM 11604, respecto al modo de tratamiento de la envolvente edilicia y en lo que respecta a las rejillas reglamentarias, el dato fue tomado de la Norma NAG-215 (ENARGAS, 2008). Por otra parte el gran porcentaje de pérdidas a través de muros y techos se debe a que los mismos no disponen de ningún tipo de aislamiento térmico adicional. Las carpinterías constituyen un caso especial ya que sólo aquellas sobre la cara Sur-Este disponen de protección solar mientras que las de la fachada principal, de orientación Nor-Oeste, carecen de cualquier tipo de protección. En todos los casos se trata de carpinterías de aluminio corredizas con burletes de simple vidriado.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES GENERALES DEL EDIFICIO				ASIGNACION PORCENTUAL DE PERDIDAS TERMICAS SEGUN BALANCE	
AÑO DE CONSTRUCCION		1999		CONSUMO S/ PERDIDAS POR	
ASPECTOS TERMICOS		ASPECTOS DIMENSIONALES			
COEF. UA	7171	VOLUMEN	3549	MUROS	2279 W/°C 31,78%
COEF. G	1,39	COMPACIDAD	0,07	TECHOS	813 W/°C 11,34%
COEF. G _{adm}	1,20	F. FORMA	0,65	VENTANAS	1149 W/°C 16,02%
ASPECTOS ENERGETICOS				PUERTAS	246 W/°C 3,43%
Q(KWh/año)	275838	Q _g (KWh/año/m ²)	266,15	PISOS	449 W/°C 6,26%
				REN. AIRE	2236 W/°C 31,18%

Figura 13: Descripción básica del edificio.

Análisis del consumo de gas natural de los departamentos:

Los gráficos de las Figuras 10 y 11 muestran los consumos de gas natural de los departamentos 1°B y 3°B respectivamente. En ellos puede verse la diferencia de consumo de los meses más fríos con respecto a los más cálidos, en los cuales se desprecia el uso de gas natural para calefacción. Para el cálculo de estos valores se tomaron los consumos totales relevados con las encuestas a los cuales se les aplicó un criterio de conversión (Czajkowski et Al., 2003) de modo de distinguir el consumo de gas para calefacción, durante los meses de invierno, y para agua caliente y cocción, durante todo el año. El resultado fue satisfactorio puesto que si bien los departamentos manifiestan diferencias en sus consumos totales, en ambos puede apreciarse el incremento en la demanda de gas durante los meses más fríos. De este modo se estima que aproximadamente el 55% del consumo de gas natural total anual es utilizado en agua caliente y cocción mientras que el 45% restante es utilizado para calefaccionar. A partir de este análisis puede hablarse de un indicador de consumo de 1.5m³ diarios para agua caliente y cocción, y de un indicador de consumo para calefacción para valores superiores a los 3.5m³ diarios.

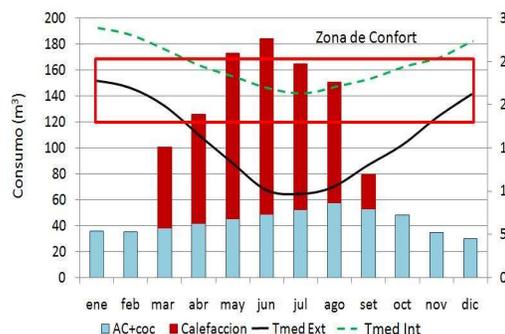


Figura 10: Análisis del consumo de gas 1°B

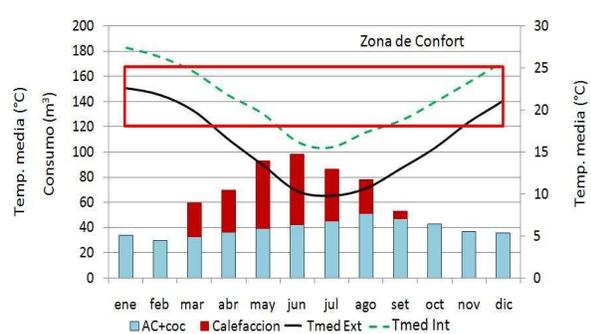


Figura 11: Análisis del consumo de gas 3°B

Análisis del consumo de energía del edificio:

Los gráficos de las figuras 16 y 17 muestran la comparación entre los consumos diarios de gas natural y energía eléctrica para satisfacer la demanda de invierno y verano. Estos permiten comparar la intensidad energética entre los distintos departamentos del edificio.

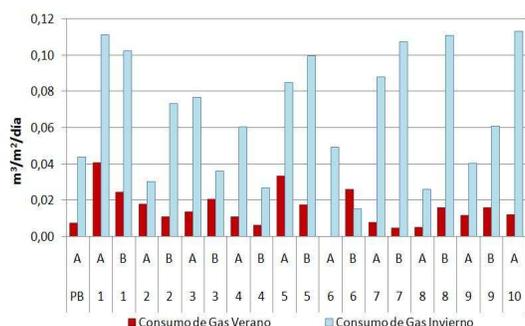


Figura 16: Comparación del Consumo de Gas (Inv-Ver)

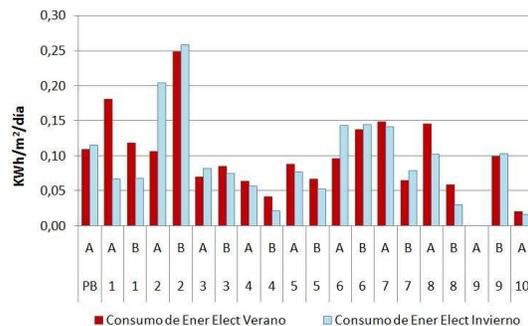


Figura 17: Comparación del Consumo de EE (Inv-Ver)

Partiendo de la diferencia en la demanda de Energía Eléctrica (Figura 17) por metro cuadrado se puede inferir el uso de equipos de aire acondicionado para refrigeración (como es el caso del departamento 1°B) e incluso también para calefacción. Por su parte la diferencia en la demanda de Gas Natural (Figura 16) permite deducir la mayor o menor demanda de este tipo de energía para calefaccionar la vivienda, lo que puede depender de diversas razones. Asimismo se analizaron las frecuencias de consumos de energía lo que permitió obtener distintos índices y sus pesos.

Comportamiento energético con mejoras térmicas:

Partiendo del análisis de los diferentes aspectos estudiados se propuso una mejora en la calidad constructiva de aquellos elementos que más incidían en el total de las pérdidas. Para el análisis del edificio con DAC se mejoraron los muros de ladrillos huecos de 18x18x33 (K= 1.82 W/m².K) por muros compuestos con aislamiento térmico mediante 0,04 m de EPS [30 kg/m³] (K= 0.5 W/m².K). Lo mismo se hizo con las carpinterías de vidrio simple (K= 6.08 W/m².K) que fueron reemplazadas por otras con DVH y protección solar (K= 2.38 W/m².K), y con el techo del edificio (K= 3.82 W/m².K) al cual se le agregó 0.08 m. de EPS [30 kg/m³], con la solución tipo “techo invertido” (K = 0.33 W/m².K). Todo esto para llevar a los cerramientos opacos a un grado intermedio entre los Niveles A y B de la Norma IRAM 11605. La reducción de las pérdidas térmicas implicó una mejora en el desempeño del 28,1 % con respecto a cómo está construido en la actualidad. Asimismo el G del edificio disminuyó de 1.39W/m³°C a 0.75 W/m³°C, menor al G_{adm} (1.2 W/m³°C). La Figura 14 muestra cómo se reducirían las pérdidas a través de los diferentes elementos constructivos si se aplicasen las mejoras propuestas. Por su parte la Figura 15 muestra la redistribución de las pérdidas, al aplicar los criterios de DAC.

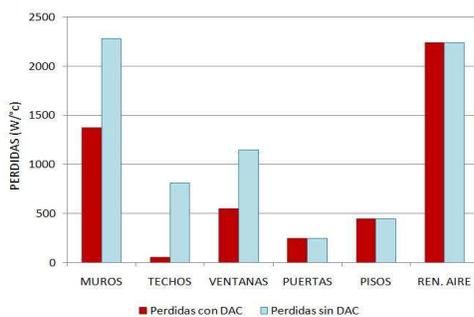


Figura 14: Comparación de pérdidas con y sin DAC.

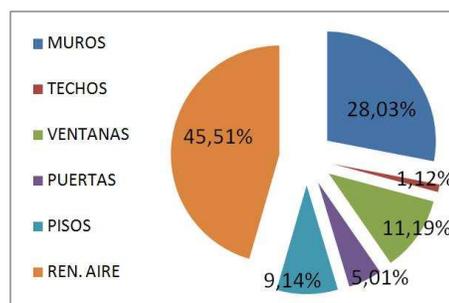


Figura 15: Pérdidas con DAC.

CONCLUSIONES:

Este trabajo permitió realizar un análisis del comportamiento energético-ambiental de un edificio de viviendas en la ciudad de La Plata, zona Bioclimática IIIb, con el fin de evaluar un posible reciclado energético.

Pudo analizarse el comportamiento higrotérmico de dos departamentos e inferir, según los resultados obtenidos de las mediciones y las encuestas realizadas, las diferencias entre los consumos y los cálculos de gas natural y electricidad para calefacción y refrigeración. Se encuentra que unidades funcionales similares presentan consumos de gas natural muy diferentes. Los de mayor consumo relativo, como se esperaba, se correlacionan con temperaturas medias interiores superiores a las de aquellas unidades funcionales que presentan consumos inferiores. Esto permite generar índices de consumos de energía y sus pesos relativos con fines estadísticos para luego poder caracterizar diferentes tipos edilicios.

En el caso estudiado, en lo que respecta a gas natural para los meses de invierno, se encontró que el 26% del total de las unidades funcionales muestra un consumo máximo que ronda los 0.11m³ por metro cuadrado por día; otro 26% muestra un consumo medio que ronda los 0.08m³ por metro cuadrado por día y el 48% restante muestra un consumo mínimo que ronda

los 0.03m³ por metro cuadrado por día. El mismo análisis pudo hacerse para los meses de verano, en este caso los índices variaron del siguiente modo; el 10% muestra un consumo máximo que ronda los 0.04m³ por metro cuadrado por día, el 30% presenta un consumo medio que ronda los 0.03m³ por metro cuadrado por día y el 60% restante muestra un consumo mínimo que ronda los 0.01m³ por metro cuadrado por día.

Por otra parte, puede hablarse de un indicador de consumo de gas natural que ronda 1.5m³ diarios para agua caliente y cocción, y de un indicador de consumo para calefacción para valores superiores a los 3.5m³ diarios.

En lo que respecta al consumo de energía eléctrica para los meses de invierno se encontró que el 11% del total de las unidades funcionales muestra un consumo máximo que ronda los 0.23kW por metro cuadrado por día; un 33% muestra un consumo medio que ronda los 0.13kW por metro cuadrado por día y el 11% restante muestra un consumo mínimo que ronda los 0.023kW por metro cuadrado por día. El mismo análisis pudo hacerse para los meses de verano, en este caso los índices variaron del siguiente modo; el 5% muestra un consumo máximo que ronda los 0.25kW por metro cuadrado por día, el 45% presenta un consumo medio que ronda los 0.13kW por metro cuadrado por día y el 50% restante muestra un consumo mínimo que ronda los 0.06kW por metro cuadrado por día.

A través de la propuesta de mejorar diferentes elementos constructivos del edificio se alcanzó una mejora en el desempeño energético cercano al 30%, el cual se vio limitado por las infiltraciones debidas a las rejillas reglamentarias para ventilación y ductos de evacuación de gases de combustión. Al mismo tiempo pudo distinguirse cuáles son los elementos constructivos que más influyen en el total de pérdidas del edificio. La implementación de los conceptos de DAC al diseño del edificio produjo una gran reducción en las pérdidas a través de muros, techos y ventanas, incrementando el porcentaje de pérdidas a través de las renovaciones de aire.

Por último la diferencia entre el G del edificio y el Gadm determinado por la Norma IRAM 11605 nos lleva a reflexionar sobre la calidad de los edificios en materia energética, máxime si consideramos que el caso analizado constituye un claro ejemplo de construcción del hábitat urbano en la actualidad. La falta de preocupación en la elección de los materiales y los sistemas de acondicionamiento del aire interior lleva a hablar de un detrimento en la calidad del ambiente construido. Tanto es así que puede plantearse a modo de hipótesis que los últimos ejemplos de la construcción arquitectónica constituyen un claro ejemplo de ineficiencia energética y en consecuencia de despreocupación por el ambiente.

REFERENCIAS:

- Czajkowski, J. & Gómez, A. (2009). *Arquitectura Sustentable*. Arq. Clarín. Buenos Aires. ISBN 978-987-07-0603-8.
- Czajkowski, Corredera, Saposnik. (2003). Análisis de la relación entre demanda de gas natural en calefacción según "EnergCAD" y consumos reales en viviendas unifamiliares del Gran La Plata. *Revista Avances en energías renovables y ambientales* N°7. ISSN 0329-5184.
- Czajkowski, J. (1993). Desarrollo del programa AuditCAD para el análisis de edificios a partir de auditorías ambientales. *Revista Avances en energías renovables y ambientales* N°3. ISSN 0329-5184.
- Edwards, Brian. (2008). *Guía básica de la sostenibilidad*. Gustavo Gili, SL. Barcelona. ISBN 8425222087.
- ENARGAS. NAG-215. (2008). *Rejillas de ventilación permanente para instalaciones internas de gas*. Ente Nacional Regulador del Gas. Buenos Aires.
- IPCC. (2001). *Tercer informe de evaluación del Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambio Climático*. Ginebra, Suiza. ISBN 0 52180770 0.
- IRAM. 11659-2. (2007). *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.
- IRAM. 11601. (2002). *Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo*. IRAM. Buenos Aires.
- IRAM. 11603. (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.
- IRAM. 11605. (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios*. IRAM. Buenos Aires.
- IRAM. 11604. (1990). *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.
- Vergara, A. & De Las Rivas, J. (2004). *Territorios inteligentes. La ciudad sostenible*. Fundación Metrópoli. Madrid.

ABSTRACT: In this paper there is made a study of the environmental - energy behavior of an apartment building in the City of La Plata (climate mild-hot humid). It starts from the analysis of two flats audited in winter and summer. Afterward the results obtained from the study of these two cases were extrapolated to the total building for its global analysis. The methodology used was the procedure of the "Audit-CAD", which allows analyzing the thermal and energy behavior of a building monthly, by entering the audited data. From the analysis of the apartment energy consumption for both periods, it seeks to recognize the values to construct an indicator of real energy consumption and to improve it; in order to use it in a model of consumption at urban level.

Key words: building – energy efficiency – energy audit – comfort.