

CONFORT TÉRMICO Y CONSUMOS ENERGÉTICOS EN EDIFICIOS VIDRIADOS EN “CIUDADES-OASIS”. EL CASO DE LA CIUDAD DE MENDOZA

Julietta Balter⁽¹⁾; Carolina Ganem⁽²⁾, Carlos Discoli⁽³⁾

(1)(2) Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - CCT Mendoza C.P. 5500 e-mail: jbalter@mendoza-conicet.gob.ar

(3) Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC).
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). FAU - UNLP
Calle 47 N°162, La Plata, C.P. 1900 – Prov. de Buenos Aires

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar las condiciones de confort y los consumos energéticos generados en unidades de vivienda en edificios vidriados en la ciudad de Mendoza, Argentina. Se seleccionan dos casos de estudio iguales en un mismo edificio, en los niveles 3ro y 16avo, atendiendo a las particularidades de cada estrato del esquema de ciudad oasis. A dicho fin, se desarrollan mediciones in situ en la estación de verano. Los resultados muestran que las temperaturas interiores no se encuentran dentro del rango de confort. El caso del 3er nivel, registra temperaturas de 33°C y el 16vo piso, 35°C, aún con el uso de energía auxiliar para refrigeración. Los consumos eléctricos registrados para climatización en ambos departamentos rondan los 0,90kWh/m² por departamento, aproximadamente 600kWh en el bimestre diciembre-enero, consumos que se consideran elevados.

Palabras clave: confort térmico, consumos energéticos, edificios vidriados, ciudades oasis

Abstract

The objective of this work is to study comfort conditions and energy consumption of glazed envelope buildings in Mendoza, Argentina. Two study cases with the same characteristics were selectionated in 3er and 16th level, according to the particularities of the influence of the green layer of the “Oasis City”. Temperature measurements were made in summer. Results shows that interiors temperatures are not in the range of comfort. The case of the 3rd level, registers temperatures of 33°C and the 16th floor, 35°C, even with the use of auxiliary energy for cooling. . The electricity consumption for air conditioning of both departments are around 0.90 kWh/m², approximately 600kWh in the two months from December to January, consumptions considered high.

Keywords: thermal comfort, energy consumptions, glazed buildings, oasis cities.

1. INTRODUCCIÓN

En función de alcanzar una situación climática interior adecuada para los usuarios, resulta fundamental desde el comienzo del proceso proyectual edilicio, la determinación de rangos estándar de confort térmico. El logro de un buen clima interior es importante para el éxito del edificio, no sólo porque hace que los ocupantes se encuentren en confort, sino que decidirá los consumos energéticos y su consecuente influencia en la sustentabilidad.

El consumo energético en el sector residencial es una de las mayores preocupaciones actuales a nivel mundial, que compete cada vez a mayor cantidad de países, inclusive a los que se encuentran en vías de desarrollo. La energía requerida para refrigeración es el rubro de mayor importancia en la demanda energética de viviendas en verano. La variación de la temperatura interior de diseño es otro factor que influye fuertemente en la demanda de energía (Evans, J. M. y De Schiller, S.; 2001).

El criterio para la evaluación del confort varía de acuerdo con la situación ambiental en la que las personas se han desarrollado y adaptado, siempre dependiendo de condiciones térmicas diferentes en relación a la localización geográfica. La temperatura que las personas encuentran confortable se aproxima a la temperatura media que hayan experimentado. “Esto implica que las condiciones que los ocupantes encuentran confortables están influenciadas por su experiencia térmica y que se pueden adaptar a un amplio margen de condiciones” (Nicol y Roaf, 2005). Aunque existen tantas percepciones como usuarios, generalmente particularidades de la cultura y del clima de la región afectan las expectativas de confort y por lo tanto sus estándares. Las personas ponen en marcha mecanismos de adaptación y adquieren más tolerancia hacia los aspectos más estresantes que presenta el clima de la región. (Ganem, 2006)

Respecto a la zona de estudio, el área metropolitana de Mendoza, Argentina (32° 40' Latitud Sur, 68° 51' Longitud Oeste), presenta un clima templado continental con considerables diferenciaciones en las temperaturas estacionarias. En verano las temperaturas máximas absolutas se encuentran en 37,40°C; mientras que en invierno las mínimas son de -5,70°C. Dicha rigurosidad climática se acentúa debido al escaso porcentaje de humedad relativa anual (54,70%). Asimismo las precipitaciones no superan los 218mm anuales.

Si bien Mendoza se emplaza en una zona originalmente semi-desértica y árida, la estructura urbana cuenta con la coordinación de diferentes factores que hacen que la ciudad se conciba como una “ciudad-oasis”. Tales factores son: la estructura en damero –es decir, una trama ortogonal de manzanas-, la edificación y la forestación –trama de árboles que acompaña el trazado urbano. Dicha red verde se sustenta en un sistema de riego que bordea el perímetro de las manzanas.

El modelo de ciudad, define desde el punto de vista ambiental dos estratos: por un lado la situación bajo la copa de los árboles, en la cual se produce un micro-clima que beneficia a las edificaciones de baja altura (3 – 4 niveles). La circunstancia generada fuera del estrato acondicionado, resulta diferente. Las edificaciones que lo superan están expuestas directamente al clima de la región

A pesar de la diferenciación en el microclima que circunda las edificaciones bajo y sobre la copa de los árboles, actualmente los edificios en la ciudad tienden a lograr una imagen continua en toda su altura, generalmente transparente y liviana, sin tener en cuenta los factores ambientales del entorno. Resulta notable el incremento del uso del vidrio en las nuevas construcciones. Tal contexto dificulta las posibilidades de mantener temperaturas de confort interior sin el uso de medios mecánicos de climatización, significando esto grandes consumos de energía.

A partir de lo expuesto, el presente trabajo evalúa las condiciones de confort, y los consumos energéticos en verano generados en dos unidades de vivienda iguales en un mismo edificio en altura con envolvente vidriada. Dichas unidades están ubicadas en los pisos 3ro y 16avo respectivamente, en respuesta a las condicionantes micro-climáticas particulares de una ciudad-oasis generadas por las diferencias de altura, es decir, bajo y sobre la copa de los árboles.

2. PARÁMETROS DE CONFORT EN MENDOZA

A partir de los factores de confort relacionados con el individuo y de los parámetros ambientales del lugar, distintos autores han elaborado diferentes valoraciones del confort y propuestas gráficas de acuerdo a la interrelación de los mismos. En este trabajo se toma como referencia el diagrama bioclimático realizado por Givoni en la carta psicrométrica (ASHRAE,

1988) en el que se establece que “Los rangos de temperatura sugeridos en condiciones aceptables de aire calmo, para personas que habitan países desarrollados, son 20°C-27°C para el 80% de personas en confort” (Givoni, 1991).

Dicho diagrama considera una zona de confort y otras zonas fuera de la misma, en donde es posible aplicar sistemas de corrección para lograr el confort deseado mediante el uso arquitectónico de estrategias bioclimáticas. Estas correcciones se podrían lograr mediante calentamiento pasivo, ventilación, inercia térmica con y sin ventilación y refrigeración evaporativa.

Para países en vías de desarrollo, el autor sugiere la flexibilización de 2°C de las temperaturas límite, es decir 18-25°C en invierno y 22-29°C en verano. Bajo condiciones de aire calmo (habitaciones con ventanas cerradas), para personas aclimatadas a climas cálidos y secos, la temperatura interior se debe mantener inferior a 27°C – 28°C. Este límite de confort que parece alto, y es posible debido a la baja humedad. El límite superior de la zona de confort puede ser extendido incrementando la velocidad de aire interior con la ayuda de ventiladores de techo y de pared. “Con una velocidad de aire interior de aproximadamente 1.5 m/s el límite superior será de 29°C – 30°C” (Givoni, 1988). Estos datos posibilitan un criterio adecuado para poder ponderar la situación de confort en la ciudad de Mendoza.

De tal manera los rangos de confort en Mendoza, se definen entre los 18 y 28°C con un 25% a un 50% de humedad relativa. Es posible aplicar los siguientes sistemas de control pasivos:

- Control posible con ventilación: para temperaturas de los 26°C a los 29,20°C, lo cual corresponde a las máximas medias de verano (meses de diciembre y febrero), con una humedad relativa entre el 24 y el 96%. Respecto al potencial nocturno si se considera la entalpía del aire entre 6°C y un límite superior de confort de 28°C, y 50% de HR, (entalpía de refrescamiento de 46 KJ .Kg de aire); puede ser aprovechada la masa térmica interior para mantener durante el día mayor nivel de refrescamiento.
- Aplicación de inercia: se incluyen las mismas temperaturas que con sistemas de ventilación, más la temperatura máxima media de enero (30,10°C), con humedades relativas entre el 15% y el 68%.

3. SITUACIÓN ENERGÉTICA A NIVEL LOCAL

La creciente demanda energética en Argentina se encuentra asociada al crecimiento económico de esta última década, situación que ha generado conflictos entre las demandas de los diferentes sectores (por ejemplo residencial e industria). Dicha situación, si bien se ha ido modificando, aún permanece en las estaciones climáticas críticas. . En 2010 las altas temperaturas de diciembre llevaron a marcar el mayor consumo de energía eléctrica de la historia del país, con una demanda del 12,2% por encima del nivel registrado en el mismo mes del año anterior. La demanda neta total del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) fue de 10.125,7GWh, mientras que en diciembre del 2009 había sido de 9.023,6GWh. (Diario Uno, 2011)

Respecto al primer trimestre del corriente año (2012) tal demanda cerró en el país con una suba del consumo de energía del orden de 6,3% respecto del mismo período de 2011. En Cuyo (San Juan y Mendoza) se registró un incremento de 12,6%. (FUNDELEC, 2012)

En el análisis de la matriz de consumo, para su funcionamiento, el sector edilicio residencial provincial representa el 27.7% de la demanda energética total (59.8 % Gas Natural, 11.2% Gas Envasado, 15.5% Electricidad, 10.7% Leña y 2.8% otros) con una eficiencia (Consumo Neto/Consumo Útil) del 55%. (Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, 1998).

El avance progresivo y palmario del consumo para mantener situaciones de confort y su

consecuente demanda energética, profundizan dicha crisis a nivel local. Tal situación deriva en el problema de la sustentabilidad energético-ambiental, tanto en los medios urbanos como en los edificios.

4. CASO DE ESTUDIO

Se selecciona un ejemplo correspondiente a la tipología edilicia en torre, construido en el año 2007, con 20 niveles de departamentos: el edificio Da Vinci. El mismo se ubica en el Área Metropolitana de Mendoza, frente a una de las plazas en damero de la ciudad (1 en Figura 1). Las características dimensionales y de materialidad del edificio se presentan en la tabla 1:

Tabla 1 – Características dimensionales y de materialidad del edificio en estudio

Dimensiones	Altura: 72m - Perímetro: 84ml (17ml sentido N-S y 25ml E-O)
Retiros	Frontal: 5m; Laterales: 6m; Posterior: 15m
Materialidad	Vidrios exteriores laminados 6 mm (3+3). Láminas de polivinil butiral (PVB) de 0,38 con tramos incoloros, artic-blue y espejados.
Envolvente exterior	Liviana (vidrio laminado) por m ² -Orient. Norte y Sur: 51,20% (ref.1 imagen 5 en Fig 1) Maciza (H°A°) por m ² -Orient. Este y Oeste: 27,15% (ref.2 imagen 5 en Figura 1) Maciza cubierta con vidrio laminado -Orient. Norte y Sur: 21,65% (ref.3 en Fig. 1)
Envolvente interior	Vertical: Liviana: tabiques de yeso (Durlock) Horizontal: Maciza (losa de H°A°)
Protecciones solares	Balcones de 1m de profundidad

Se analizan dos unidades de vivienda iguales en geometría y superficie, ubicadas en diferentes alturas y por ende afectadas por distintas condiciones respecto al estrato acondicionado (3 en Figura 1): una se ubica en el 3^{er} nivel, por debajo del estrato acondicionado (caso I – en verde) y la otra en el nivel 16 (caso II – en naranja), por encima de la copa de los árboles. Se presenta la planta tipo del edificio y la del departamento en estudio en las imágenes 4 y 5 de la Figura 1. Las características físicas y geométricas de los departamentos se describen en la Tabla 2.

Figura 1 – Área de análisis e imágenes del caso en estudio

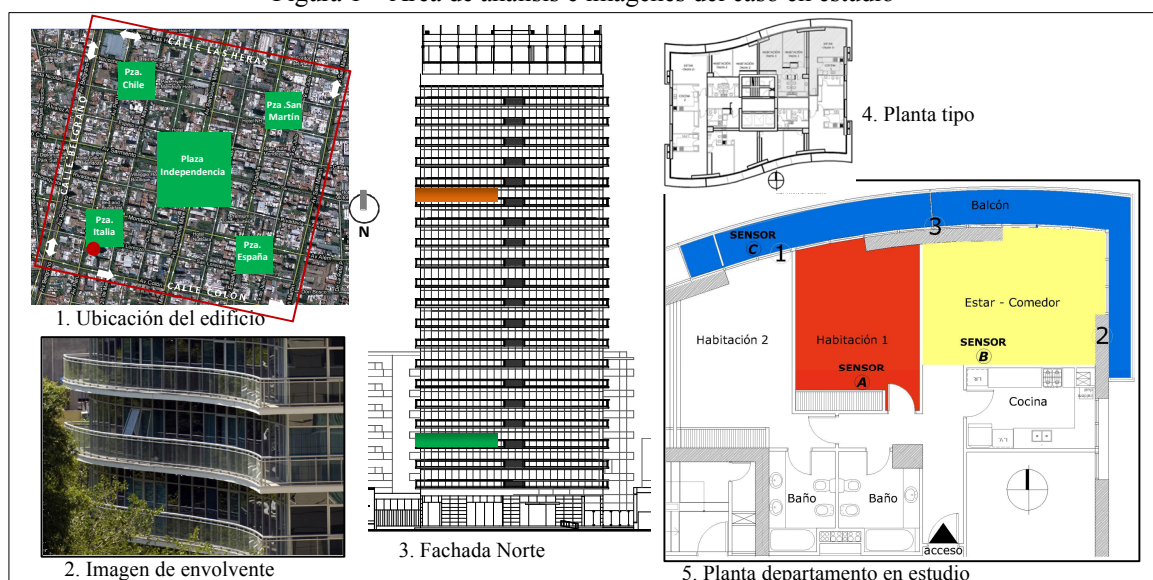


Tabla 2 – Características dimensionales y geométricas de los departamentos en estudio

Superficies totales	Cubierta: 97,85 m ² Semi-cubierta: 17 m ²	
Envolvente expuesta	Total: 56,84 m ² - Norte: 37,70 m ² - Este: 19,14 m ²	
	Estar-comedor	Habitación
Volumen	54,27 m ³	48,20 m ³
Sup. cubierta	20,10 m ²	17,85 m ²
Env. vertical	54,05 m ²	50,60 m ²
Envolvente expuesta	29 m ² (53.65%) Másica 24.70%. Liviana: 29.35%	11.68 m ² (23.09%) Másica 11.58% Liviana: 11.46%
Env. interior	Liviana: 25.05m ² (46.35%)	38.92m ² (76.91%)

5. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE CONFORT TERMICO

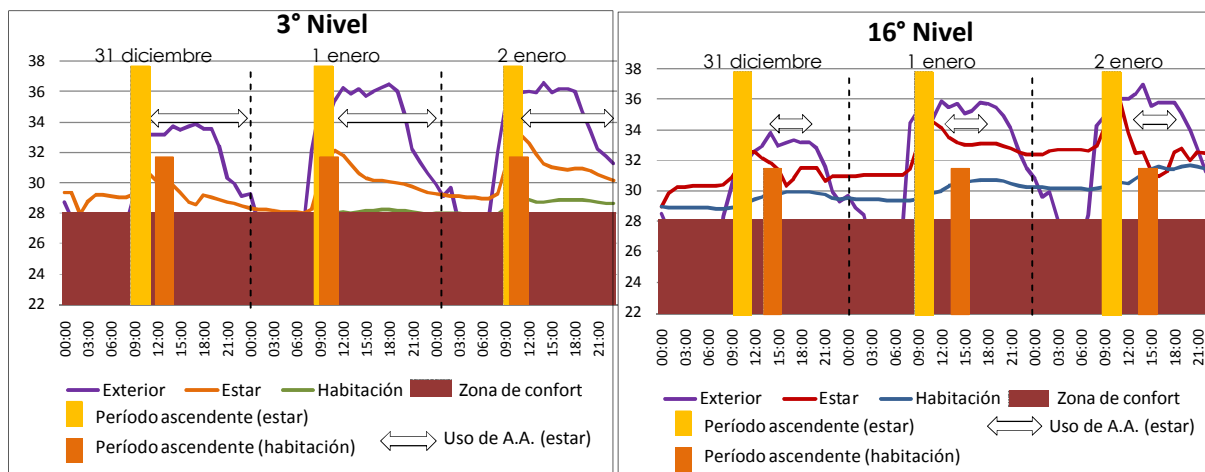
5.1. Temperatura del aire

Se realizan mediciones in situ de la temperatura del aire de los casos de estudio. Se efectúan a partir de la utilización de micro-adquisidores HOBO U12 de la marca ONSET ubicados a alturas equivalentes (2m) (Oke, 2004) y a una distancia suficiente de la masa de las paredes a los efectos de evitar su incidencia en los datos. Los datos se registraron cada 15 minutos bajo la siguiente configuración: un micro-adquisidor de referencia en el espacio exterior, frente al espacio público de la calle (Norte) (sensor C). En el interior, se ubican uno en el estar comedor (sensor B) y uno en una de las habitaciones (sensor A) (Ver Figura 1). Las mediciones se efectúan durante un período de 30 días, del 21 de Diciembre del 2011 al 21 de Enero del 2012. La estación elegida (verano) responde al hecho de evaluar el confort térmico y los consumos energéticos de los departamentos, en una época caracterizada por elevadas temperaturas exteriores, en la cual comúnmente se utilizan medios mecánicos de enfriamiento.

Las características meteorológicas para el mes se describen a continuación: Las temperaturas máximas se encuentran en 37.40°C (absoluta) y 30.10°C (media), mientras que las mínimas presentan valores de 6.20°C para la absoluta y 18.40°C para la media. La temperatura media mensual es de 23.60°C. En cuanto a la humedad y heliofanía relativa, éstas se encuentran en un 49% y 65.50% respectivamente. La radiación global sobre superficie horizontal es de 25.70Mj/m² y las precipitaciones, en el orden de los 35mm mensuales.

Del período de estabilidad medido se eligen tres días representativos (del día 31 de diciembre al 2 de Enero) con condiciones previas estables a los efectos de evitar la incidencia de eventos climáticos puntuales en los resultados, los cuales se presentan en la figura 2.

Figura 2 – Temperaturas interiores y exteriores en los casos de estudio



Se observa en los dos casos de estudio que en el interior las temperaturas fluctúan dentro de

un rango que varía entre 26°C y 33°C, en el caso I del 3er nivel y de 29°C a 36°C en el caso II del nivel 16avo. Ambos sobrepasan el rango de confort (ver apartado 2). Los estares cuentan con temperaturas interiores superiores a las de las habitaciones, con máximas que sobrepasan hasta 7°C el límite máximo de 28°C. En el caso de las habitaciones las temperaturas son menores respecto a los estares; y en el 3er piso se acercan en mayor medida al rango de confort.

De las estrategias de control sugeridas para su aplicación en este clima (Givoni, 1988) la ventilación nocturna y los sistemas de inercia son los que resultan más adecuados. Sin embargo, por la noche no se producen aperturas de ventanas, por lo cual los ambientes no se benefician de las bajas temperaturas exteriores y la envolvente edilicia es principalmente liviana no pudiendo actuar la inercia térmica como moderador climático, por lo que se observa una gran variabilidad diaria en las temperaturas.

Asimismo, en los dos departamentos analizados se advierte la incidencia de medios mecánicos de enfriamiento en los estares, mientras que en las habitaciones no se observan influencias considerables de aire acondicionado. Por tal motivo el análisis de los comportamientos térmicos se realiza a partir de comparaciones de las horas en las que no se utiliza acondicionamiento mecánico en ambos casos de estudio, en la franja horario de 9 a 13hs. La tabla 3 muestra las temperaturas promedio en los períodos de ascenso y las diferencias con las temperaturas exteriores.

Tabla 3. Temperaturas promedio en períodos de ascenso y diferencias térmicas exterior-interior

		Temp. promedio	ΔT (Ext-Int)
3° Nivel	Exterior	34.49	-
	Estar	31.15	3.35
	Habitación	27.91	6.58
16° Nivel	Exterior	34.38	-
	Estar	33.33	1.05
	Habitación	29.82	4.56

Se advierte que en los periodos de ascenso las diferencias en el caso I del 3° nivel son mayores a las del caso II del nivel 16. Se analizan las diferencias térmicas en los dos espacios analizados respecto al exterior:

-Estar: en el 3° nivel la temperatura se encuentra 3,35°C por debajo de la exterior, mientras que en el nivel 16 la misma es de 1,05°C menor a la exterior. Es decir que en este espacio la diferencia entre los dos niveles en estudio es de 2,30°C.

-Habitaciones: las diferencias respecto al exterior son de 6,58°C en el caso I (3° nivel) y de 4,56°C en el caso II (nivel 16). Esto significa una diferencia de 2,02°C entre los dos niveles.

Esta situación puede explicarse debido a las diferentes condiciones del entorno mediato exterior. El departamento del 3° nivel se encuentra bajo una moderación parcial del estrato acondicionado por el arbolado urbano, mientras que el nivel 16 muestra una exposición plena a la condición climática árida de la región. Las mayores temperaturas del nivel superior, teniendo en cuenta la similitud en las características espaciales, de diseño, tecnológicas y de uso de los espacios estudiados, significan una situación térmica distinta en los dos estratos.

Respecto a la situación de confort se observa que los estares presentan temperaturas hasta 5°C superiores a los 28°C fijados como límite de confort, mientras que en las habitaciones se elevan hasta 2,60°C por sobre dicha temperatura. Esto se debe al mayor porcentaje de envolvente expuesta vidriada con la que cuenta el estar (54,70%) respecto a las habitaciones (49%), lo cual implica mayores intercambios y por lo tanto, mayor energía incidente. Asimismo, los estares presentan doble orientación: norte y este, por lo que la temperatura alcanza su máximo antes que en el caso de las habitaciones.

En cuanto a la materialidad de la envolvente, si bien los espacios interiores en el 3° nivel resultan favorecidos por la influencia de la forestación urbana, las diferencias térmicas con el exterior dejan en evidencia que la tecnología de dicha envolvente (vidrios laminados de 3mm de espesor) no resulta adecuada a la situación climática exterior.

5.2. Percepción de confort y uso de acondicionamiento mecánico según los usuarios

Las características de los usuarios de cada vivienda en estudio resultan similares ya que en ambos casos habitan personas de la misma edad (40 años aproximadamente) las cuales trabajan gran parte del día fuera, es decir que el tiempo de permanencia en la vivienda es discontinuo. En el caso del 3er nivel es una pareja que ocupa la vivienda en los días de semana de 14 a 8hs una persona y de 14 a 15hs y de 21 a 8hs el otro integrante. Mientras que en el nivel 16 vive una persona, quien está en el departamento de 14 a 16hs y de 21 a 8hs.

A fines de analizar las percepciones de confort se presenta en la tabla 4 los diferentes períodos de ocupación de los habitantes en los casos de estudio: dos en el 3° nivel -color verde - y uno en el nivel 16° -color anaranjado.

Tabla 4. Períodos de ocupación de los habitantes por hora

NIVEL	USUARIO	9:00 a 13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00 a 8:00
3°	1									
	1									
16°	1									

Los habitantes de los departamentos señalan como imprescindible el uso en verano de medios mecánicos de enfriamiento. De esta manera los usuarios de la vivienda del tercer nivel manifiestan un relativo confort a partir del accionamiento de los equipos de aire acondicionado, mientras que la habitante del nivel 16 no logra el confort térmico aún con dicho accionamiento.

Se observan diferenciaciones de uso en los dos espacios analizados: en ninguno de los departamentos se utilizan medios mecánicos de enfriamiento en forma significativa en las habitaciones. Mientras que en el caso de los estares la utilización de equipos de aire acondicionado se realiza a partir de las 13hs, horario en que comienza la ocupación de los espacios. A pesar de esto las temperaturas se encuentran por sobre los 28°C establecido como tolerable en ambos casos, teniendo en cuenta que en los departamentos prácticamente no se producen movimiento de aire interior.

Respecto a la capacidad de refrigeración de los equipos de aire acondicionado existentes, es de 2.500W para las habitaciones y 3.500W en los estares. Si bien su dimensionamiento en relación al espacio (48,20m³ y 54,27m³ respectivamente) es adecuado (Surrey, 2012), a partir de la temperatura del aire medida, resulta evidente la insuficiencia en su capacidad para lograr condiciones de confort, dadas las características livianas y transparentes de la envolvente que sobrepasan el cálculo realizado para construcciones con envolventes tradicionales.

6. CONSUMOS ENERGÉTICOS

6.1. Análisis de consumos según la Empresa Distribuidora de Electricidad de Mendoza

Los consumos energéticos en las viviendas se abastecen con electricidad y gas natural. La cocción de alimentos y el agua caliente sanitaria se efectúa mediante la utilización de gas natural; mientras que la energía eléctrica se encuentra asociada a los requerimientos de acondicionamiento térmico, iluminación y otros usos (electrodomésticos).

A los efectos de analizar en forma comparativa los consumos de energía en el período medido de departamentos equivalentes, se desglosan los consumos por iluminación,

electrodomésticos y climatización. A tal fin se relevó la condición de iluminación y el equipamiento de las unidades de vivienda y se calcularon los consumos correspondientes a cada ítem.

La iluminación se realiza a partir de la utilización de lámparas de bajo consumo (12 en total) por lo que se calcula un consumo de 18W durante 8 horas por lámpara. Se tomaron los datos suministrados por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI, 2010) referidos al consumo de electricidad mensual (kWh) en el sector residencial asociado a la potencia promedio (W) de los electrodomésticos y al tiempo promedio estimado de uso diario (hs). A partir de estos datos se estima la energía mensual consumida de iluminación y de los electrodomésticos existentes (heladera, microondas, lavarropas, lavavajilla y computadora portátil) lo cual da un total de 197,57kWh.

Se observa en el bimestre en estudio (diciembre - enero) que el uso de equipos de enfriamiento se utiliza de acuerdo a su capacidad (2500W en las habitaciones y 3500W en los estares). Los consumos totales para climatización para cada nivel son de 631,43kWh para el 3er nivel y de 363,34kWh para el nivel 16.

Existen diferencias en la cantidad de horas de uso de medios mecánicos de enfriamiento de los habitantes por departamento: en el caso del 3er nivel de 13 a 20hs, 7 horas en total; y en el nivel 16 se utiliza de 13 a 16hs y de 21 a 22hs, es decir 4 horas. Esta diferencia horaria (3hs de funcionamiento) hace compleja la comparación en esos términos. Por este motivo se realiza la comparación a partir del consumo en climatización por hora.

Caso nivel 3: 90,20kWh _ 0,92kWh por m²

Caso nivel 16: 90,85kWh _ 0,93kWh por m²

Los consumos estimados para climatización de acuerdo a las horas de uso resultan similares (90,20kWh y 90,85kWh), con un consumo superior en 0,65kWh en el nivel superior. Sin embargo las temperaturas del aire interior medidas, a pesar de contar con el uso de medios mecánicos de enfriamiento, demuestran que ninguno de los departamentos en estudio se encuentra en confort. El nivel 16 presenta temperaturas superiores y por lo tanto su situación térmica es más comprometida.

En la tabla 5 se muestran las temperaturas durante las horas de consumo para climatización de los dos niveles en los tres días analizados. Se advierte que el nivel 16 presenta temperaturas mayores a las del 3er nivel, tanto en las habitaciones como en los estar en todos los horarios, en aproximadamente 2°C.

Tabla 5. Temperaturas por hora durante los períodos de uso de climatización mecánica

Hora	TEMP. (°C) NIVEL 3						TEMP. (°C) NIVEL 16					
	HABITACIÓN			ESTAR			HABITACIÓN			ESTAR		
	día 1	día 2	día 3	día 1	día 2	día 3	día 1	día 2	día 3	día 1	día 2	día 3
13	27.51	28.02	28.69	29.95	31.23	31.85	29.57	30.27	30.78	32.09	33.52	32.43
14	27.70	28.08	28.74	29.82	30.58	31.25	29.65	30.42	31.05	31.78	33.15	32.52
15	27.76	28.13	28.82	29.32	30.27	31.01	29.73	30.51	31.36	31.40	33.02	31.26
16	27.70	28.18	28.87	28.72	30.15	30.93	29.92	30.63	31.59	30.29	33.01	30.91
17	27.51	28.20	28.85	28.59	30.11	30.84	29.87	30.68	31.42	30.78	33.04	31.21
18	27.42	28.19	28.87	29.16	30.07	30.92	29.93	30.68	31.37	31.46	33.07	32.50
19	27.20	28.13	28.85	29.02	29.95	30.89	29.87	30.67	31.55	31.51	33.08	32.77
20	27.20	28.12	28.81	28.84	29.87	30.77	29.84	30.60	31.63	31.47	32.94	31.94
21	27.20	28.09	28.74	28.69	29.77	30.54	29.77	30.46	31.57	30.56	32.74	32.49

□ 27 a 28°C □ 28 a 29°C □ 29 a 30°C □ 30 a 31°C □ 31 a 32°C □ 32 a 33°C □ 33 a 34°C

CONCLUSIONES

El análisis realizado advierte que los departamentos en estudio no se encuentran en situación

de confort. Esto se debe a situaciones asociadas a los siguientes aspectos:

Por un lado, la tecnología utilizada en el edificio, predominantemente liviana: vidrio exterior laminado de 6mm (3+3) con láminas de polivinil butiral (PVB) de 0,38 aplicadas con calor y presión) no garantiza las condiciones de confort interior debido a sus escasas prestaciones como moderador climático. Los elementos macizos que contribuyen a la inercia térmica son escasos y sólo se encuentran en los elementos horizontales (losas) y parcialmente en las fachadas Este y Oeste (27,15% del total de la envolvente exterior).

Asimismo, los aspectos tecnológicos-funcionales de las ventanas pueden influenciar. Las mismas son de abrir y esto afecta la sensación de seguridad, dificultando las posibilidades de ventilar durante la noche.

Por otra parte, se advierte la carencia de uso de medidas bioclimáticas por parte de los usuarios, como es el caso de la ventilación nocturna. Esto puede deberse, entre otros aspectos, a la habituación que produce la necesidad de utilizar medios mecánicos de enfriamiento durante el día, lo cual hace que la no apertura de ventanas se tome como modalidad de uso.

Como resultado se evidencia un uso significativo de energía eléctrica para climatización. Los consumos de los casos en estudio se equiparan cuando se atiende a las horas de uso de los medios de enfriamiento (0,92kWh por m² para el 3° nivel y 0,93kWh por m² para el nivel 16).

De tal manera, mientras los consumos resultan semejantes, existen diferencias entre las temperaturas de los dos departamentos ubicados en distintos niveles: el caso II (nivel 16) presenta temperaturas superiores aproximadamente en 2°C respecto al caso I (nivel 3). Tales diferencias evidencian la regulación ambiental y la moderación parcial que provee el arbolado urbano a las viviendas que se encuentran bajo su influencia. Es por esto que resulta importante -en una región con características climáticas áridas- potenciar los beneficios micro-climáticos que puede proporcionar el modelo urbano de “Ciudad-Oasis”, mediante la diferenciación de una adecuada tecnología de envolvente edilicia. No obstante, dicha moderación debe estar complementada con otros aspectos tecnológicos y de uso (en este caso cantidad de masa en la envolvente y hábitos de ventilación) que resultan fundamentales para el logro de una arquitectura consciente y sustentable.

En etapas futuras se prevé realizar ajustes térmicos mediante software de simulación (Energy Plus, 2007) a fines de proponer soluciones de diferenciación tecnológica de la envolvente edilicia en los distintos niveles de análisis que atiendan las necesidades de confort térmico y reduzcan el consumo energético.

REFERENCIAS

DIRIO UNO. Con el calor aumenta el consumo de energía. <http://www.diariouno.com.ar/edimpresa/2011/01/14/nota263022.html>. 2011.

EVANS M., DE SCHILLER . Evaluador energético: método de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, N°5. Mendoza, Argentina. 2001

GANEM, C. Rehabilitación ambiental de la envolvente de viviendas. El caso de Mendoza. Tesis Doctoral. Universidad politécnica de Cataluña. Barcelona. 2006.

GIVONI, B. Climate Considerations in Buildings and Urban Design. [etc.]: Ed. Van Nostrand Reinhold, New York. 1988.

GIVONI, B. Comfort, climate analysis and building design guidelines. Energy And Building. 1991.

OKE, T.R. Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations At Urban Sites. Iom Report, Td In Press, World Meteorological Organization, Geneva. 2004.

ROAF, S.; CRICHTON, D.; NICOL, F. Adapting Buildings and Cities for Climate Change - A 21st century survival guide, Architectural Press—An Imprint of Elsevier, Oxford. 2005.