ASADES

Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 14, 2010. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

EDIFICIOS VIDRIADOS EN CIUDADES OASIS. EVALUACIÓN TÉRMICA DE LAS CONDICIONES INTERIORES EN DEPARTAMENTOS UBICADOS A DISTINTAS ALTURAS EN LA CIUDAD DE MENDOZA.

Julieta Balter[1], Carolina Ganem[2], M. Alicia Cantón[3]
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV INCIHUSA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza
Tel. (0261) 5244322, Fax. (0261) 5244001. E-mail: jbalter@mendoza-conicet.gob.ar

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo el estudio de las nuevas tipologías edilicias en altura en la ciudad de Mendoza, considerando particularmente el caso de edificios con envolvente vidriada. A fin de comprender las condicionantes micro-climáticas particulares en la "Ciudad-Oasis" generadas bajo y sobre el estrato acondicionado, se selecciona un caso de estudio representativo: el Edificio Da Vinci, en el que se analiza el comportamiento térmico interior y exterior de dos departamentos ubicados en diferentes alturas, y por lo tanto en condiciones diversas respecto a la arboleda (niveles 3 y 17). Se realizan mediciones *in situ* en la estación de otoño, mediante la utilización de micro-adquisidores de datos HOBO U.12. Los resultados demuestran que la tecnología de la envolvente analizada no es apropiada para el clima, ya que no modera la extrema condición climática exterior. Sin embargo, en el tercer nivel, las consecuencias son menores, en un promedio de 3ºC respecto del nivel diecisiete, debido a la influencia micro-climática del estrato acondicionado de la ciudad-oasis.

Palabras claves: edificios en altura vidriados, "ciudad-oasis", evaluación térmica

INTRODUCCIÓN

En la ciudad actual existe una fragmentación en donde un nuevo lenguaje espacial es coherente con los cambios en el modo de vida y en las tipologías arquitectónicas. Hay un nuevo modelo de comunicación donde no importa el significado de los nodos o hitos, lo que importa es el sentido. Actualmente los edificios en altura, aunque presentan funciones variadas, al mostrar una imagen imponente, se convierten en los nuevos "hitos" de la ciudad compitiendo por ser cada uno de ellos el más alto. De esta forma se diluye su importancia particular, lo cual lleva a la proliferación de éste tipo de edificios y a la pérdida progresiva de dicha connotación urbana. "Se conforman fragmentos funcionalmente arbitrarios, de límites imprecisos, con sus habitantes incorporados a distintas redes y con una imagen que no configura una identidad urbana específica" (Pérgolis, 1998).

La ciudad de Mendoza se encuentra en el centro-oeste de Argentina, ubicada a 32° 40' Latitud Sur, 68° 51' Longitud Oeste y 827 metros sobre el nivel del mar, en el piedemonte de la Cordillera de Los Andes. Se emplaza en una zona semi-desértica y árida, y presenta un clima templado continental. Las temperaturas absolutas varían entre –6ºC en invierno y 39ºC en verano, con variaciones diarias de aproximadamente 10 a 20ºC. Respecto a las temperaturas medias: la máxima media anual es de 22,60; la temperatura media anual es de 15,90ºC; y la mínima media anual se encuentra en los 11ºC.

Desde el punto de vista urbano la ciudad se conforma como una "Ciudad -Oasis" debido a que se emplaza en una zona árida y posee un sistema de riego que sustenta una red verde conformada por una trama de árboles que bordea el perímetro de las manzanas. La ciudad se estructura a partir de la coordinación de distintos factores, estos son: la estructura urbana, la edificación, la forestación y un sistema de riego que resultan en un estrato acondicionado o sector de la atmósfera beneficiado ambientalmente por los efectos de la arboleda y el agua. Estos aspectos convierten a la ciudad en un modelo urbano con características sustentables. (Bórmida, 1984)

En relación al estrato acondicionado se observan dos circunstancias distintas: por un lado éste genera un microclima que beneficia a las edificaciones de baja altura (3 – 4 niveles). La condición bajo la copa de los árboles es fresca durante el día en verano ya que la radiación incidente es moderada e incluso puede ser bloqueada, dependiendo de la densidad del follaje (Cantón et al., 2003). Durante la noche en invierno las ramificaciones de los árboles protegen a las construcciones del frío. Es así que este modelo de ciudad ha atenuado la condicionante climática árida propia de la región. Las razones expuestas indican que para una zona climática como la de Mendoza, los edificios no debieran superar el estrato forestal acondicionado. Asimismo, a la hora de diseñar deben tenerse en cuenta ciertos aspectos que pueden limitar los beneficios que proporciona dicha vegetación. Durante la noche en verano la forestación impide la visión del cielo y por lo tanto reduce las posibilidades de enfriamiento por radiación (Correa et al., 2007). El enfriamiento convectivo mediante brisas nocturnas puede verse

[1] Arquitecta – Becaria INCIHUSA-CONICET
[2] Doctora Arquitecta – Investigadora Asistente CONICET
[3] Arquitecta – Investigadora Adjunta CONICET

limitado por la densidad del follaje. En invierno, si bien la vegetación es del tipo caduco, no se dispone de un acceso pleno al sol debido a la sombra arrojada por las ramas.

Por el contrario la circunstancia generada fuera del estrato acondicionado, resulta muy diferente. Las edificaciones que superan dicho estrato están expuestas directamente al clima de la región: la condición sobre la copa de los árboles consiente un acceso pleno a la radiación tanto en invierno (energía incidente deseada) como en verano (energía incidente no deseada) y una exposición al intercambio convectivo y radiativo de energías en ambas estaciones.

Sin embargo, actualmente en la ciudad de Mendoza se construyen edificios en altura que superan ampliamente el microclima de oasis. En el año 1970 se aprueba y pone en vigencia el actual Código de Edificación: la principal modificación en este, respecto del anterior, que impacta sobre la construcción en altura, es la regulación de las mismas mediante un sistema de ángulos dentro de los cuales debe inscribirse el edificio. Así el código, si bien regula la altura, lo hace mediante una combinación de factores por lo que la excepción a su cumplimiento se ha tornado, de alguna manera, en una modalidad.

La morfología resultante a partir de lo regulado por el código consta de dos tipologías edilicias: una de basamento y torre y otra de torre retirada de los límites del lote. Ambas liberan espacio para el correcto desarrollo de la arboleda urbana y posibilitan un mejor acceso al recurso solar y brisas de los canales viales. Se presenta en la *Tabla 1* un análisis de ejemplos de edificaciones en altura en la ciudad de Mendoza y los esquemas gráficos de sus tipologías resultantes, clasificados según los períodos de 1970 a 2000 y de 2000 a la actualidad (2010).

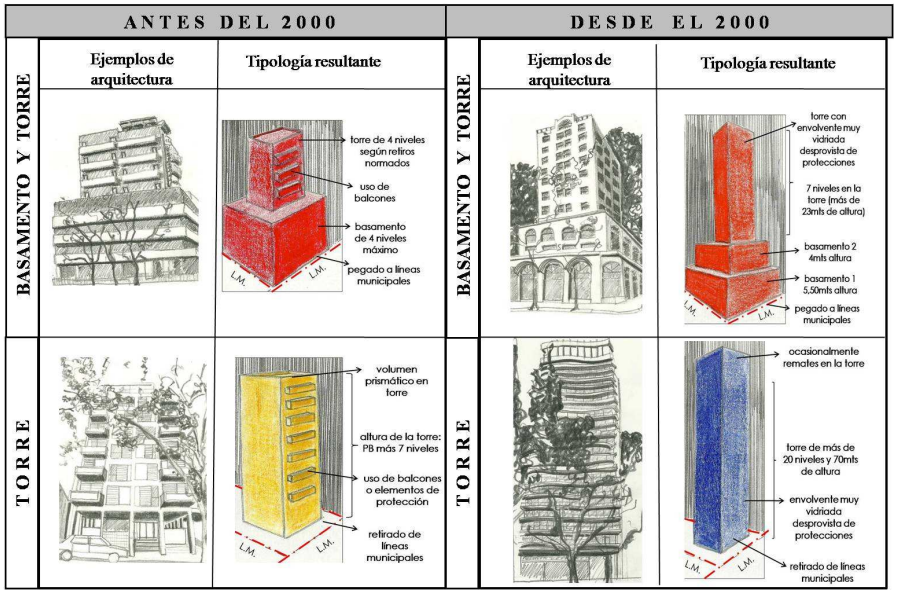


Tabla 1. Ejemplos de edificaciones en altura. Análisis de las tipologías resultantes

En el primer período, hasta el año 2000 aproximadamente, en la mayoría de los casos, los edificios no superan los 8 niveles de altura (25 metros) ya sea en la tipología de torre, o en la de basamento y torre, donde el basamento cuenta con 4 niveles (12 metros) como máximo. Los casos presentan una envolvente másica, con protecciones solares o balcones que hacen las veces de alero a los pisos inferiores, moderando la radiación incidente.

En el segundo período (última década), se presentan las tipologías que en teoría son equivalentes a las del período anterior, pero muestran un mayor desarrollo en altura. Por otro lado, la mayoría de estos edificios presentan fachadas continuas en todo su alto y muchas veces dichas fachadas incluso se repiten para distintas orientaciones. Se observa que los mismos se expresan teniendo como objetivo una imagen determinada utilizando materiales contemporáneos que no necesariamente son adecuados al clima, como el vidrio y el acero. Esto genera una imagen de ciudad "moderna y desarrollada", con altos edificios que, si bien están lejos de alcanzar las alturas de los rascacielos de otras ciudades, hacen pensar a muchos sectores de la sociedad que son indicios de progreso. En la *Figura 1* se presentan imágenes de construcciones en Mendoza desarrolladas en la última década.

Figura 1. Edificios en altura en Mendoza que superan el estrato forestal de la ciudad

En consecuencia a la situación expuesta, el presente trabajo tiene como objetivo el estudio de las nuevas tipologías edilicias en altura en la ciudad de Mendoza, considerando particularmente el caso de edificios con envolvente vidriada. Ante la vital importancia que resulta de atender a las condicionantes micro-climáticas particulares en la ciudad-oasis generadas bajo y sobre el estrato acondicionado, se analiza el comportamiento térmico interior y exterior de un caso de estudio en dos departamentos en diferentes alturas respecto a la arboleda.

SELECCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO: EDIFICIO DA VINCI

Se selecciona un ejemplo correspondiente a la tipología edilicia en torre resultante del último período considerado (desde el 2000) en la ciudad de Mendoza: el edificio Da Vinci. En los siguientes puntos se resumen las características que resultan relevantes para su elección:

- El edificio Da Vinci se constituye en su momento de construcción (2007) como el más alto de la ciudad, con 20 pisos de departamentos y terraza; en total 72 metros de altura. Se encuentra orientado al Norte en pleno centro frente a una de las cinco plazas centrales de la ciudad (plaza Italia). Demuestra una imagen de monumentalidad no sólo por su altura, sino también por su "innovadora" (para la ciudad de Mendoza) forma ondulante, y por su vistosa materialización en aluminio combinado con vidrio.

- La altura total del edificio (72 m) supera ampliamente el estrato acondicionado, quedando la torre expuesta a un acceso pleno a la radiación en cualquier estación del año, y a una mayor exposición de intercambio convectivo y radiativo de energías. La edificación supera la altura regulada por la normativa vigente (actualmente en revisión, en el que, entre otras modificaciones, se propone permitir mayores alturas) en el que la torre debería quedar incluida en un ángulo no mayor a 75°. Según el análisis de la fachada Norte del edificio (ver *Figura 2*), el edificio debería tener una altura total de 50 metros, con 6 niveles de departamentos que se desarrollarían en las dimensiones que tiene actualmente la torre, retirándose 5 metros aproximados para poder seguir creciendo en altura y así contar con 8 niveles más, donde la torre tendría una dimensión de no más de 12 metros de ancho. Sin embargo, si se analiza la fachada Este del edifico (ver *Figura 3*), se observa que si se toma el ángulo de 45° "cuyo vértice se ubique en la intersección de la cota de la vereda opuesta y su respectiva línea municipal y uno de sus lados sea coincidente con un plano horizontal a nivel de la vereda" (Municipalidad de Mendoza, 1972-2002 Código de edificación) la construcción podría contar sólo con 9 niveles de departamentos, en 30 metros aproximados de alto, ya que las dimensiones de largo del edificio no permiten que siga creciendo en altura.

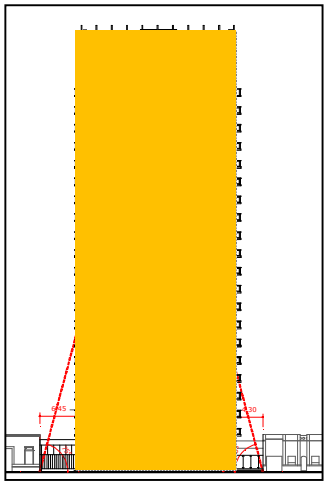


Figura 2. Edificio Da Vinci: vista Norte

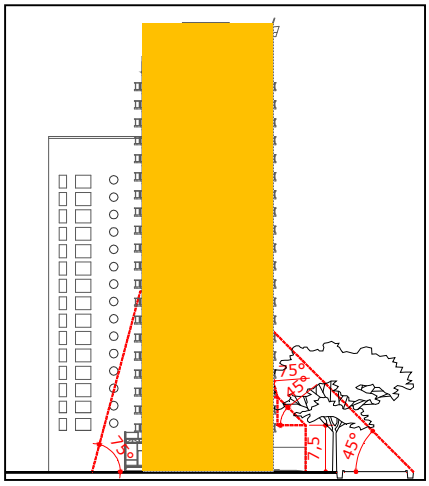


Figura 3. Edificio Da Vinci: vista Este

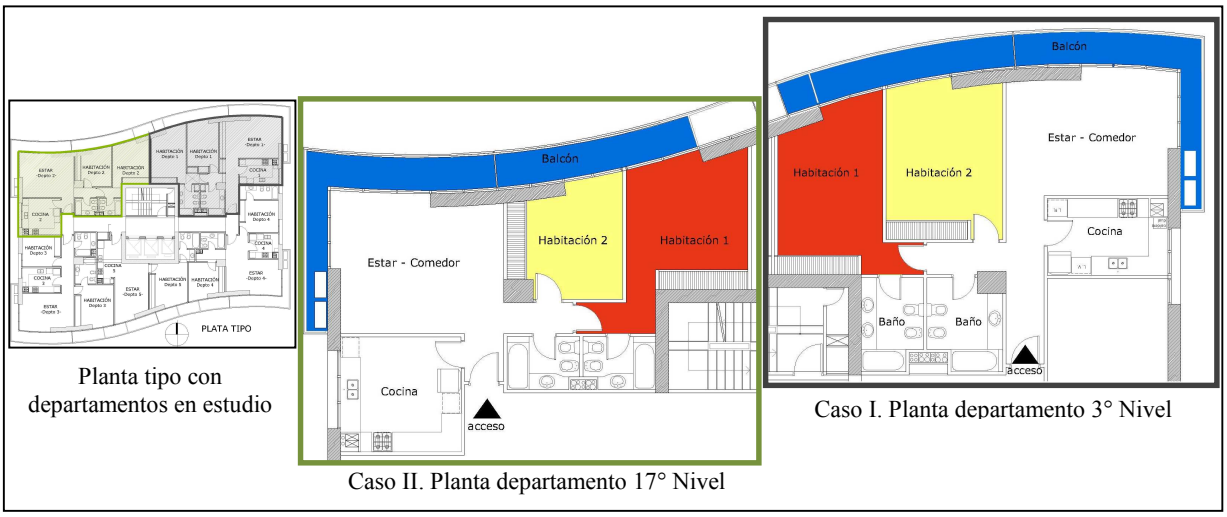
- La envolvente del edificio en estudio es predominantemente vidriada: la fachada Norte y Sur se repiten y presentan el 100% de su superficie vidriada. Éstos son dos vidrios exteriores laminados de 3mm cada uno (3+3) con láminas de polivinil butiral (PVB) de 0,38 aplicadas con calor y presión y cubren la totalidad de las orientaciones Norte y Sur, haciendo las veces tanto de ventanas como de revestimiento de los muros de hormigón. Teniendo en cuenta los datos suministrados por VASA respecto a su conformación, los mismos se manufacturan en hojas estándar de 2500 x 3600 mm, empleando ambas hojas, del mismo espesor, de cristal incoloro, bronce, gris, verde o combinando incoloro con de color. En el caso del edificio en estudio la mayoría de los tramos son incoloros, mientras hay algunos tramos en color "artic blue" y otros espejados. Respecto a las orientaciones Este y Oeste (espejadas entre sí) la envolvente se conforma de ventanas combinadas con elementos opacos. En el total del edificio, la superficie transparente total es de 5000 m^2, es decir un 73% de la envolvente.

- La edificación carece de protecciones a la radiación solar en las fachadas. Presenta balcones de un metro de profundidad dispuestos a lo ancho de las fachadas principales. Esta acotada dimensión hace que los mismos no cumplan adecuadamente la función de espacios exteriores habitables, y tampoco actúen como aleros que protejan las fachadas del asoleamiento. Dicha situación, sumada a alto porcentaje (73%) de superficie vidriada en la envolvente del edificio, significa una potencia adicional de refrigeración de 4050 Tn. (Balter et al., 2009)

-

- **Análisis específico de dos unidades de vivienda**

Se analizan dos unidades de vivienda similares entre sí, ubicadas en diferentes alturas del mismo edificio y por ende afectadas por distintas condiciones respecto al estrato acondicionado: una se ubica en el tercer piso en relación con el estrato acondicionado (caso I) y la otra se ubica en el piso diecisiete muy por encima de la línea de árboles (caso II). En la *Figura 4* se observa la planta tipo con la ubicación de los dos casos analizados -en color gris el departamento del 3er nivel, y en color verde el departamento del nivel 17.



Planta tipo con departamentos en estudio

Caso II. Planta departamento 17° Nivel

Caso I. Planta departamento 3° Nivel

Figura 4. Planta general y de unidades de vivienda analizadas del caso de estudio

Ambos departamentos son similares en cuanto las características relacionadas al diseño interior. Las dos viviendas cuentan con los principales ambientes hacia el Norte, diferenciándose en la orientación Nor-Este del departamento del piso 3, y Nor-Oeste del piso 17. La superficie cubierta es similar en ambas viviendas, contando el departamento del tercer nivel con 97,85 m^2 cubiertos y el del nivel diecisiete con 84,20 m^2 cubiertos; y resultando igual en ambos casos la cantidad de superficie de envolvente expuesta, de 56,84 m^2.

En cuanto a los materiales utilizados en el interior, los ambientes en ambos departamentos se dividen por tabiques de cartón y yeso tipo *durlock* con aislación termo-acústica interior de 10 cm de espesor. Cuentan con cielo raso suspendido en baños y cocina, y aplicado para el resto de los ambientes. Las carpinterías son de aluminio *Aluar* blancas, modelo *Modena.* El departamento ubicado en el tercer nivel cuenta con pisos de porcelanato para todos los ambientes; mientras que en el nivel diecisiete se encuentran: piso flotante (entablonado) en los locales de estar-comedor y pasillos, y alfombra en los dormitorios. En los baños de los dos casos se utiliza el mármol travertino para pisos y paredes, y las cocinas cuentan con porcelanato también en pisos y paredes.

METODOLOGÍA

Se realizan mediciones *in situ* de la situación térmica ambiental interior y exterior en las dos unidades de vivienda, con el fin de diagnosticar el comportamiento ambiental y energético del caso de estudio. Las mediciones se efectúan en la estación de otoño, durante un período de 20 días, del 23 de Marzo al 11 de Abril del 2010. Se utilizan 3 micro-adquisidores de datos de temperatura y humedad HOBO U.12 de la marca ONSET para cada una de las dos viviendas ubicados en la *habitación 1*, la *habitación 2* y en el *balcón exterior*. Los mismos se ubican a alturas equivalentes, a 2 metros desde el nivel del piso (Oke, 2004), y a una distancia suficiente de la masa de las paredes que evite su incidencia en los datos.

Las mediciones se realizaron en una estación intermedia (otoño) con el objeto de obtener un primer diagnóstico intrínseco a las distintas alturas de emplazamiento de los departamentos en relación a diseños y tecnologías de envolvente equivalentes. En consecuencia, la estación elegida responde al hecho de evaluar comportamientos térmicos aislando los aportes de calefacción o enfriamiento por medios mecánicos comúnmente utilizados en las estaciones extremas (invierno - verano). Se presentan a continuación los datos en Mendoza para el mes de abril:

- HGLO: Radiación Solar Global sobre superficie horizontal: 14,70 Mj/m^2
- TMAA: Temperatura Máxima Absoluta: 31,50 °C
- TMAM: Temperatura Máxima Media: 21,90 °C
- TMIM: Temperatura Mínima Media: 10,90 °C
- TMIA: Temperatura Mínima Absoluta: 0,50 °C
- TM: Temperatura Media: 15,40 °C
- HREL: Humedad Relativa: 60 %
- HELR: Heliofania Relativa: 60,50 %
- PREC: Precipitaciones: 1 mm

RESULTADOS

Del período total medido se eligen cuatro días representativos en el mes de abril (del 6 al 9 de Abril) los cuales presentan condiciones estables a los efectos de evitar la incidencia de eventos climáticos puntuales en los resultados.

- **Caso I: departamento tercer nivel**

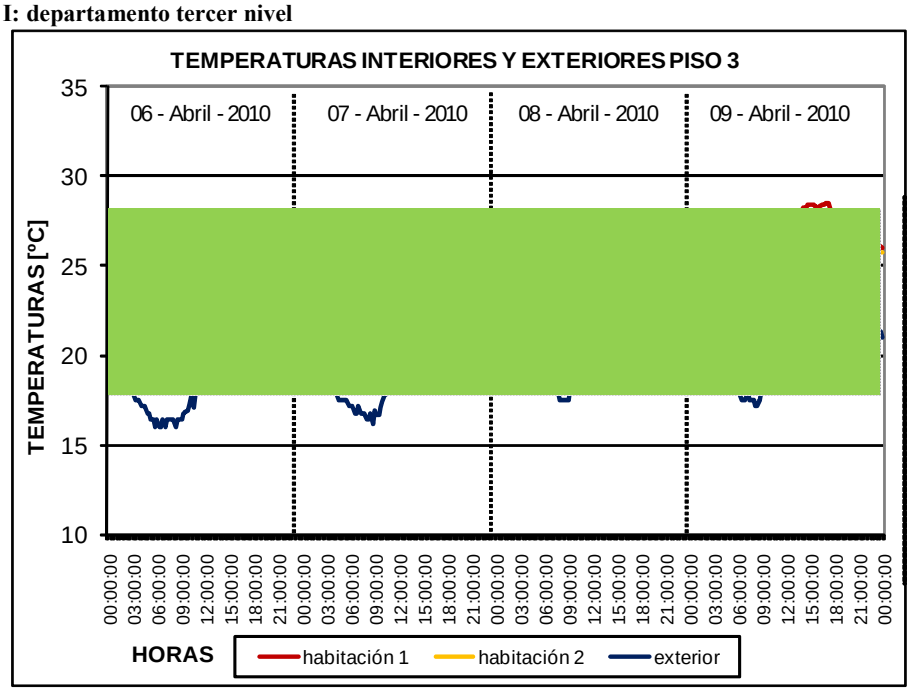


Figura 5. Temperaturas interiores y exterior del Caso I: 3° nivel

TEMPERATURAS DEPARTAMENTO 3°NIVEL (°C)					DIFERENCIAS (°C)		
	Ext. Ref.	Ext.	H1	H2	H1 - Ext	H2 - Ext	H1 - H2
MIN	10.9	16	25.4	24.9	**9.4**	**8.9**	**0.5**
MAX	21.9	23.6	28.5	27.2	**4.9**	**3.6**	**1.3**

Tabla 2. Temperaturas mínimas y máximas del Caso I: 3° nivel

A partir de los resultados de las mediciones tomadas se observa que:
- En el *exterior* (en línea azul en el gráfico) se advierten temperaturas acordes a la época del año (otoño). Si bien la temperatura media en el mes de Abril es de 15,4°C, con mínimas y máximas de 10,9 y 21,9°C respectivamente, en los cuatro días analizados se observan temperaturas mayores. Esto se debe a que los datos de referencia, suministrados por el Servicio Meteorológico de Mendoza, se obtienen fuera del radio urbano. De esta forma los datos de las mediciones, que oscilan entre los 16°C de mínima y los 23,6°C de máxima, son resultado de las consecuencias de la isla de calor urbano generada en la ciudad.

- Las temperaturas en el interior se mantienen en general dentro de un rango de confort, teniendo en cuenta que para países en vías de desarrollo se sugieren rangos de 18-25ºC en invierno y 22-28ºC en verano (Givoni, 1991). Se observa esta franja de confort en color verde claro en la F*igura 5*, en la cual quedan incluidas las temperaturas interiores medidas, con excepción del día 9 en la *habitación 1*, donde de 13:30 a 18:00 horas las temperaturas superan por 0,5°C como máximo los 28°C, lo cual se corresponde a las temperaturas máximas exteriores.

- En la *habitación 1* (en línea roja en el gráfico) se obtiene en los días analizados una temperatura mínima de 25,4°C y una máxima de 28,5°C, presentando diferencias con el exterior de 9,4°C y 4,9°C por sobre la misma respectivamente. En la *habitación 2* (en línea amarilla en el gráfico) las temperaturas son menores que en la primera: la mínima es de 24,9°C; siendo la diferencia de la misma con el exterior de 8,9°C; y la temperatura máxima obtenida, de 27,2°C significa una diferencia de 3,6°C por sobre la exterior.

- Por otro lado las diferencias entre las dos habitaciones son de 0,5°C en la temperatura mínima y de 1,3°C en la máxima. Asimismo los resultados indican que en los 4 días medidos la *habitación 1* presenta mayores amplitudes térmicas que la *habitación 2*: en la primera es de 3,1°; y en la segunda ésta es de 2,3°C. Estas diferencias entre los dos ambientes pueden explicarse en consecuencia a las distintas orientaciones que provoca la forma curva (convexa) de la fachada del edificio (ver *Figura 4*). Los ambientes interiores analizados son prácticamente iguales en su forma y envolvente; sin embargo la ventana de la *habitación 1* se encuentra orientada hacia el Nor-Oeste, mientras que la segunda se orienta mayormente al Norte. Por este motivo puede observarse en la *Figura 5* que la línea roja de la *habitación 1* presenta mayores valores en las horas de la tarde, incrementándose la diferencia (de aproximadamente 1,2°C) respecto a la curva amarilla de la *habitación 2,* por lo general a partir de las 16 horas. Luego, a partir de las 19 hs, cuando cae el sol, esta diferencia vuelve a ser menor (de menos

de 0,5°C) y se mantiene en este nivel durante todas las noches de los días analizados. Las habitaciones no se ventilan por las noches, por lo tanto la temperatura interior se mantiene.

- **Caso II: departamento nivel 17**

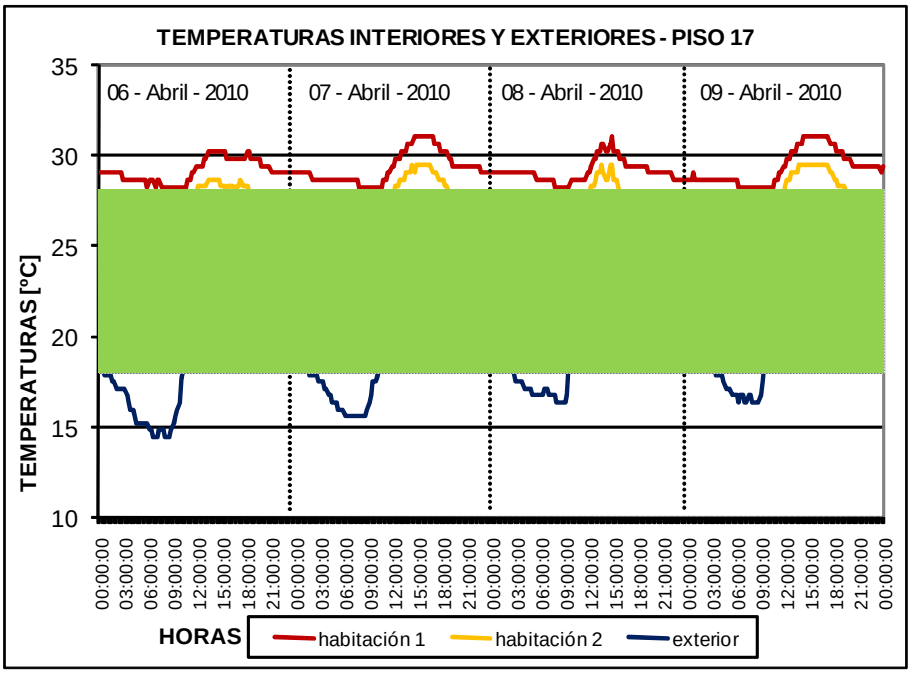


Figura 6. Temperaturas interiores y exterior del Caso II: nivel 17

TEMPERATURAS DEPARTAMENTO NIVEL 17 (°C)					DIFERENCIAS (°C)		
	Ext. Ref.	Ext.	H1	H2	H1 - Ext	H2 - Ext	H1 - H2
MIN	10.9	14.5	28.3	26.3	13.8	11.8	2
MAX	21.9	26.7	31.1	29.5	4.4	2.8	1.6

Tabla 3. Temperaturas Mínimas y máximas del Caso II: nivel 17

A partir de los resultados de las mediciones tomadas se observa que:
- En el *exterior* (en línea azul en el gráfico), las temperaturas en el nivel 17 resultan de 14,5°C de mínima y 26,7°C de máxima. La amplitud y las temperaturas registradas hacen evidentes la aridez y la rigurosidad climática existente sobre el estrato acondicionado.

- Respecto a la zona de confort se observa que las temperaturas máximas medidas sobrepasan el rango de confort sugerido que va de los 18° a los 28°C (Givoni, 1991). Los resultados obtenidos de la *habitación 1* se encuentran en su totalidad fuera de la franja verde claro que indica este rango; mientras que en la *habitación 2* las máximas temperaturas de las horas diurnas, de las 12:00 a las 18:30 horas aproximadas, sobrepasan hasta 1,5°C los 28°C, correspondiéndose con las temperaturas máximas exteriores.

- En la *habitación 1* (en línea roja en el gráfico) se obtiene en los días analizados una temperatura mínima de 28,3°C y una máxima de 31,1°C, presentando considerables diferencias por sobre las temperaturas registradas en el exterior: de 13,8°C y 4,4°C respectivamente. En la *habitación 2* (en línea amarilla en el gráfico) las temperaturas son menores: la mínima es de 26,3°C; siendo la diferencia con el exterior de 11,8°C por sobre la misma; y la temperatura máxima obtenida, de 29,5°C, significa un aumento de 2,8°C respecto al exterior.

- Asimismo las amplitudes térmicas son semejantes en cada habitación analizada, siendo de 2,8°C en la *habitación 1* y de 3,2°C en la *habitación 2*. Se observa que las curvas de temperatura en ambas habitaciones son similares con una diferencia entre una y otra de 1,6°C en las temperaturas máximas y de 2°C en las mínimas obtenidas. Ésta diferencia entre los dos ambientes pueden explicarse, entre otros factores, en consecuencia a las distintas orientaciones que provoca la forma curva de la fachada (cóncava) del edificio (ver *Figura 4*). Los ambientes interiores analizados son prácticamente iguales en su forma y envolvente; sin embargo la ventana de la *habitación 1* se encuentra orientada hacia el Nor-Oeste, mientras que la segunda se orienta mayormente al Norte. De todas maneras, el análisis de las diferencias de temperaturas entre las dos habitaciones requiere de futuras mediciones para poder determinar las posibles causas de las diferentes variaciones entre las mismas en un caso y en el otro (bajo y sobre el estrato acondicionado).

- **Comparación de resultados en los dos estratos analizados: Caso I – Caso II**

Luego del estudio particular de los departamentos, se realiza a partir de las mediciones tomadas en los días seleccionados, un análisis comparativo respecto a las diferencias encontradas en las temperaturas exteriores e interiores (habitación 1 y 2). Se observa en la *Tabla 4* dichas diferencias, tomando como referencias las temperaturas máximas y mínimas halladas.

	CASO I: 3°NIVEL			CASO II: 17°NIVEL			DIFERENCIAS (N17 - N3)		
	EXT	H1	H2	EXT	H1	H2	EXT	H1	H2
MIN	16	25.4	24.9	14.5	28.3	26.3	-1.5	2.9	1.4
MAX	23.6	28.5	27.2	26.7	31.1	29.5	3.1	2.6	2.3

Tabla 4. Diferencias de temperaturas mínimas y máximas entre el 3° y el 17° nivel

A partir de los resultados de las diferencias obtenidas se observa que:

- En el caso del nivel 17, en el *exterior* se advierten temperaturas más extremas, con amplitudes térmicas claramente superiores Se presentan mayores temperaturas en las máximas registradas y menores en las mínimas. La diferencia entre las temperaturas máximas obtenidas entre los dos niveles es de 3,1°C y entre las mínimas es de 1,5°C. A partir de esto se observa la condición ambiental exterior extrema que resulta en un nivel que se encuentra arriba del estrato acondicionado en comparación a la que se obtiene abajo del mismo.

- Respecto a los ambientes interiores se observan temperaturas mayores en el departamento del nivel superior, llegando a diferencias que se acercan a los 3°C, lo cual, teniendo en cuenta la similitud en las características de diseño y materiales de las habitaciones estudiadas, significa una situación térmica claramente distinta en los dos estratos analizados.

- En la *habitación 1* del nivel 17 la temperatura mínima resulta 2,9°C mayor que en el tercer piso, mientras que en la máxima obtenida se encuentra una diferencia de 2,6°C. Estos valores indican lo significativa que resulta la moderación o no de las condiciones climáticas por parte del estrato verde en ambientes con características equivalentes que reciben la influencia de la orientación Oeste.

- En la *habitación 2* se observa la misma situación: las temperaturas del departamento del nivel 17 resultan superiores que las del tercero. La mayor diferencia, de 2,3°C se presenta en las temperaturas máximas, correspondiendo valores de 1,4°C en las mínimas.

CONCLUSIONES

Los edificios que superan el estrato forestal de la "Ciudad-Oasis" debieran atender en sus envolventes la situación expuesta de las mismas, que es distinta a los que permanecen bajo la arboleda.

Las temperaturas del nivel 17 resultan más extremas que en el 3er nivel, tanto en el exterior como en el interior de los espacios analizados. Respecto al exterior, a pesar de estar en el mes de Abril, las mayores diferencias se encuentran en las temperaturas máximas obtenidas. Ésta situación lleva a pensar en el evidente incremento de éstas en la época de verano, siendo que en Abril la temperatura máxima media es de 21,90°C y en Enero es de 30,10°C, lo cual aumentaría considerablemente los requerimientos energéticos.

Se observa que 73% de la superficie con la que cuenta el edificio (vidrios laminados de 3mm cada uno), ofrece muy pocas posibilidades de amortiguamiento de las condiciones exteriores. Los resultados demuestran que la tecnología de la envolvente analizada no es apropiada al clima, y no modera la extrema condición climática exterior. Sin embargo, en el tercer nivel, las consecuencias son menores, en un promedio de 3ºC respecto del nivel diecisiete, debido a la influencia micro climática del estrato acondicionado de la ciudad-oasis.

El tratamiento de una envolvente adecuada a la situación climática de Mendoza puede disminuir significativamente los requerimientos energéticos de éste y cada uno de los edificios que se diseñan, de tal modo que los consumos que serán inevitables estén reducidos al mínimo. De este modo el impacto ambiental del edificio se reduce también a un mínimo.

Ante una situación actual en donde los edificios que se construyen no contemplan el entorno en el que van a ser construidos, encontrando arquitecturas similares en climas y geografías muy diversas, se observa en el edificio en estudio, a través de imágenes virtuales del proyecto antes de su construcción (ver Imagen 1 de la *Figura 7*) y de una imagen del proyecto realizado (ver Imagen 2 de la *Figura 7*) la falta de previsión del entorno en el cual se inserta. El edificio se muestra, en las etapas de proyecto, aislado de toda otra construcción, como un elemento puntual en una ciudad, que podría encontrarse en Argentina o en cualquier otro país del mundo. Así queda en evidencia la falta de previsión a nivel proyectual del contexto y sus condiciones ambientales.

En vistas del inevitable crecimiento constructivo en altura en las ciudades en desarrollo, sería importante regular el cómo de estas edificaciones, normalizando aspectos referidos tanto a la materialización de la envolvente y morfología -lo cual incluye: alturas, retiros y ocupación de suelo-, como a la determinación de zonas específicas para su construcción.

En función de alcanzar los objetivos previamente descriptos se prevé en futuras etapas ampliar el número de casos de estudio a los efectos de comparar los comportamientos térmicos de departamentos en edificios caracterizados por envolventes másicas. Los mismos deberán posicionarse a distintas alturas y estar asociados a diferentes diseños y tecnologías de envolventes.

Imagen 1. Imagen virtual del proyecto

Imagen 2. Imagen del edificio Da Vinci en su contexto

Figura 7. Fotografías e imágenes del edificio en estudio

REFERENCIAS

Balter, J. et al. (2009) *Los edificios en altura en la Ciudad de Mendoza. Evolución arquitectónica y respuesta ambiental.* Revista AVERMA Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 13, 2009. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184. Salta: INENCO-UNSa. N° pág: 113-120.

Bórmida, E. (1984) Mendoza, una ciudad Oasis. Mendoza: Universidad de Mendoza.

Cantón, M.A. et al. (2003) *Assessing the solar resource in forested urban environments*. Architectural Science Review 24.

Correa, E. N.; Martínez C.; Córica M. L. Cantón M. A; Pattini A.; Lesino G. (2007) *Impacto sobre la visión de cielo de las distintas densidades edilicias forestadas. Evaluación a partir de imágenes hemiesféricas.* ENCAC - ELACAC 2007 XII.Ouro Preto, Minas Gerais – Brasil.

Givoni, B. (1991) *Comfort, climate analysis and building design guidelines.* Energy And Building

Municipalidad de Mendoza (1972-2002) *Código de edificación de la ciudad de Mendoza.* Mendoza, Argentina.

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

Pérgolis, J.C. (1998) *Lenguaje urbano y lenguaje arquitectónico en las ciudades latinoamericanas*. Revista Área 6. Universidad de Buenos Aires.

ABSTRACT: The objective of this work is to study the new architectural typologies of tall buildings in Mendoza, particularly the case of glazed envelope buildings. Considering the importance of bearing in mind the weather conditions of "Oasis Cities" under and over the top of the threes, a representative building was selected and analyzed, studying the internal and exterior thermal response, at different highs (level 3 and 17). Temperature measurements were made in autumn with the utilization of data loggers HOBO U.12. Results shows that the technology of the envelope analyzed is not appropriate to the climate and does not moderate the extreme exterior climatic conditions. However, in the third level the consequences are minors, 3ºC on average, in respect of the seventeenth level, because of the micro-climatic influence of the green layer of the "Oasis City".

Keywords: tall glazed buildings, "oasis city", thermal evaluation

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CONICET (Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica) y a los propietarios de los departamentos evaluados, por permitir la instalación de equipos de monitoreo.