

AREA (agenda de reflexión en arquitectura, diseño y urbanismo)
Director: Guillermo Rodríguez - Editor: Rodrigo Amuchástegui - Co-editora: Sandra Sánchez
Secretaría de Investigaciones - Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA
Ciudad Universitaria Pab. 3 piso 4 - C1428BFA Buenos Aires - Argentina
E-mail: amuchasteguirodrigo@gmail.com

Buenos Aires, 30 de julio de 2013.

Estimadas Julieta Balter, Carolina Ganem y M. Alicia Cantón

Por la presente le comunico que su artículo “Evolución morfológica y materialización en edificios en altura en la ciudad de Mendoza. Incidencias en el comportamiento térmico interior” ha sido aceptado para su publicación en la revista *AREA*, luego de haber pasado por las evaluaciones correspondientes. El artículo ha sido asignado al número 19 de la revista, programado, en principio, para octubre de 2013. Oportunamente recibirá las pruebas de imprenta para corrección.

Agradeciendo su contribución para *AREA*, la saludo cordialmente.



Rodrigo H. Amuchástegui
Editor

EVOLUCIÓN MORFOLÓGICA Y MATERIALIZACIÓN EN EDIFICIOS EN ALTURA EN LA CIUDAD DE MENDOZA. INCIDENCIAS EN EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO INTERIOR.

Julieta Balter, Carolina Ganem, M. Alicia Cantón

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 trabajo estudia la evolución morfológica y en materialización en edificios en altura en la ciudad de Mendoza, con el fin de diagnosticar la incidencia en el comportamiento térmico interior de unidades de viviendas en altura que presenten diferentes tecnologías de envolvente. Para ello se han analizado las normativas edilicias en la ciudad y la influencia de las tendencias arquitectónicas internacionales en la producción de edificios residenciales. A partir de la identificación de envolventes representativas –másicas y livianas- se han seleccionado casos de estudio y se han realizado mediciones *in situ* de la temperatura del aire interior y exterior en una estación intermedia. Los casos analizados demuestran que frente a temperaturas exteriores equivalentes, las diferencias en tecnología y morfología edilicia, significan importantes variaciones en el comportamiento térmico interior. Se obtienen mayores temperaturas en el caso liviano, en un promedio de 5,30°C en las temperaturas máximas y de 4,10°C en las mínimas por sobre el caso másico, comprometiendo las condiciones de confort interior.

Palabras claves: edificios en altura, morfología, materialización, comportamiento térmico

Abstract

This paper studies the morphological and technological evolution in high-rise buildings in Mendoza city, in order to diagnose the incidence in the thermal behaviour of high-rise apartments with different envelope materials technology. Building's regulations and the influence of international architectural trends have been analyzed in residential high-rise buildings. Considering representative envelopes—mass and light type- two studies cases were selected and *in situ* measurements of indoor and outdoor air temperature were made in an intermediate season. The analyzed cases show that buildings' differences on technology and morphology mean significant changes on indoor thermal behaviour. Higher temperatures are obtained in the light case compared to the mass case, at an average of 5,30°C in maximum, and 4,10°C in the minimum temperatures, compromising indoor comfort conditions.

Keywords: high-rise buildings, morphology, materialization, thermal behaviour

Introducción

El aumento de densidad en las ciudades, debido en parte al incremento del valor del suelo, hace que el crecimiento y proliferación en las inversiones para edificios en altura sea cada vez mayor. Esta modalidad de desarrollo trae consigo múltiples consecuencias que afectan aspectos arquitectónicos, urbanos y energéticos.

Los nuevos edificios en altura en los centros urbanos, con una imagen imponente y moderna, son seleccionados por los habitantes por su capacidad simbolizante, es decir por una imagen que refiere a otra y que suscita en la memoria de una determinada experiencia (Pérgolis 1998: 35).

En muchas sociedades y culturas existe una fuerte tendencia, vinculada a la post-modernidad, en la cual se valora la imagen asociada a la idea de "lo liviano". Tal situación se refleja actualmente en la arquitectura, cuya evolución va debilitando la materialidad de muchos edificios en altura con el creciente uso de tecnologías transparentes y livianas, tales como el "curtain wall" o muro cortina. Dicha tecnología fue originariamente planteada para un clima frío y húmedo localizado en una latitud elevada correspondiente a la ciudad de Nueva York (40° 41' LN), hoy es replicada en forma constante alrededor del mundo desde Kuala Lumpur, Indonesia (clima calido y húmedo, 3° 08' LN) hasta Mendoza, Argentina (clima templado y árido, 32° 40' LS).

En tales casos, el comportamiento térmico de espacios interiores puede verse perjudicado, comprometiendo las condiciones de confort. Para conseguir confort, la sociedad contemporánea necesita un alto consumo energético, por lo tanto el desafío es buscar el desarrollo sostenible manteniendo el nivel de actividad, de transformación y de progreso, pero ajustando las necesidades a los recursos existentes y evitando el derroche energético (Olgyay 1963 [1998]).

El caso de la ciudad de Mendoza no resulta ajeno a esta situación descripta. La edificación en altura ha variado y evolucionado a través del tiempo en relación a las circunstancias contextuales y en muchos casos su realización no ha contemplado el entorno en el que ha sido construida. Tal escenario puede abordarse desde diferentes perspectivas:

Desde el punto de vista legal, las normativas edilicias cumplen un rol fundamental, y la evolución de las mismas implica limitaciones y potencialidades en el camino hacia la sustentabilidad. Sin embargo, actualmente el Código de Edificación

de Mendoza permite la construcción de edificios que superan **ampliamente el microclima de oasis**. Muchos de estos presentan fachadas continuas en todo su alto e incluso se repiten para distintas orientaciones. **Se plantea el problema pero todavía no se ha introducido el tema!!!**

A nivel de tecnología de materiales, la gran mayoría de los edificios residenciales -construidos en la ciudad antes del siglo XXI- se caracterizan por contar con un tipo de construcción "tradicional", el cual presenta una mayor proporción de materiales mäsicos -como el ladrillo y el hormigón- y menores porcentajes de superficies vidriadas. Sin embargo, las tendencias arquitectónicas internacionales, orientadas al logro de una imagen liviana y transparente, se manifiestan actualmente en muchos de los edificios en altura, empobreciéndose en sus otras características relacionadas con las condiciones de confort interior.

Desde la perspectiva ambiental, la previsión del contexto resulta fundamental en Mendoza, debido a su concepción como "ciudad-oasis" (Bórmida 1984:123). Si bien la ciudad se emplaza en una zona originalmente semi-desértica y árida, la estructura urbana cuenta con la coordinación de diferentes factores: 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. Bajo la copa de los árboles se produce un micro-clima que beneficia a las edificaciones de baja altura (3 - 4 niveles). Por el contrario, la circunstancia generada fuera del estrato acondicionado resulta diferente. Las edificaciones que lo superan se exponen directamente al clima árido y seco 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. De esta manera los edificios en altura en Mendoza quedan expuestos al clima extremo del contexto y no se encuentran incluidos en los beneficios propios de la ciudad oasis.

En relación a las perspectivas expuestas, las auditorias edilicias y la relación que ellas guardan con la materialización constructiva, son un importante aporte para el desarrollo de estrategias de eficiencia energética y el adecuado diseño arquitectónico en sus aspectos tecnológico-constructivos (Re et al, 2010: 05.182). Estudios realizados en la estación de otoño, en un edificio en Mendoza de envolvente liviana, en donde priman los materiales transparentes, se advierte que la materialización de la fachada ofrece muy pocas posibilidades de regulación de las condiciones exteriores. Los resultados demuestran una temperatura media interior 7°C superior a la media exterior registrada. De esta forma se observa que la tecnología de la envolvente analizada no es apropiada al clima, y no modera la extrema condición climática exterior (Balter et al 2010: 05.111).

Teniendo en cuenta a la envolvente como el principal moderador energético y a uno de los componentes claves para garantizar las condiciones de confort interior (Herzog et al 2004) se evidencia la importancia de atender a las diferentes tecnologías de envolventes edilicias en una ciudad que presenta condiciones de clima extremo diario estacional. Por tales motivos el objetivo del estudio consta en analizar la evolución morfológica y en materialización en edificios en altura en la ciudad de Mendoza, con el fin de diagnosticar la incidencia en el comportamiento térmico interior de unidades de viviendas en altura que presenten diferentes tecnologías de envolvente: mäsica y liviana.

El trabajo pretende verificar que en el contexto de ciudad-oasis la resolución de envolventes edilicias livianas y transparentes -en construcciones que superen el estrato acondicionado por la arboleda urbana-, resulta una materialidad débil en relación a las fuertes condicionantes que impone el clima árido, generando implicancias energéticas asociadas al uso de recursos no renovables. De este modo resulta preciso un planteo de envolvente con estrategias de diseño que contemplen tanto la diferenciación en altura como la necesidad de materiales mäsicos, en función de obtener resultados que tiendan a la habitabilidad y a un lenguaje homogéneo de edificio.

Morfología, expresión y tecnología en edificios en altura en Mendoza

Análisis según normativas de edificación y tendencias arquitectónicas

La evolución y desarrollo de edificios en altura en Mendoza se encuentran asociados, entre otros aspectos contextuales, a los avances tecnológicos y a las variaciones en los códigos de edificación. A fines de analizar su evolución en morfología y tecnología de materiales, se clasifican tres períodos diferenciados según momentos que representan cambios en la construcción en la ciudad, dados de 1900 a 1950; de 1950 a 1970; y de 1970 a 2010.

- **Período 1900-1950**

Las normativas edilicias de principios de siglo XX reglamentan alturas y retiros mínimos de las construcciones a realizar, según la jerarquía de las calles en las que se encuentren. Para calles principales la altura mínima es de 8m; y de 4m para calles secundarias. En cuanto a las alturas máximas no existen limitaciones. Respecto a los retiros se permiten hasta 2m, debiendo cerrarse el frente de las construcciones que superen 1,60m de retiro.

El resultado de tales legislaciones se traduce en edificios adosados a los límites del terreno, con alturas de hasta 18m. Se observa en este período el inicio de la construcción en altura tendiendo a mantener la compacidad de la ciudad y la homogeneidad edilicia existente hasta el momento.

La tecnología de materiales se resuelve con soluciones constructivas en relación al riesgo sísmico de la zona: el hormigón armado (Guaycochea de Onofri 1986 [2001:215]). El uso de este material en edificios en altura se encuentra asociado a tres tendencias internacionales: por un lado el Art Nouveau (1 en *Figura 1*) y el Clasicismo, (2 en *Figura 1*) cuyos edificios han perdurado en el tiempo, constituyéndose hoy como hitos de la arquitectura mendocina. Por otro lado en la década del 40 se construyen los primeros edificios de carácter Racionalista (3 en *Figura 1*), en las cuales la conformación volumétrica hace referencia al racionalismo alemán, marcando este movimiento una fuerte tendencia en la arquitectura de la ciudad.



Figura 1. Construcciones altura entre 1900 y 1950

- Período 1950-1970

En este período la normativa aumenta las alturas mínimas establecidas en la etapa anterior, y continúa sin establecer alturas máximas. Se determinan avenidas y plazas principales de la ciudad para la construcción de viviendas en propiedad horizontal, con el fin de dar jerarquía a ejes viales y espacios verdes públicos. Las alturas mínimas son: entre 18m y 15m en la avenida principal y frentes de plazas con entornos de carácter comercial y administrativo, y 7m en calles secundarias y frentes de plazas de zonas residenciales.

Se observa el incremento en la construcción en edificios adosados a las líneas de edificación, que se mantienen entre los 6 y 7 niveles como máximo (25m). Si bien el desarrollo tecnológico y en densidad provoca el aumento de construcciones de mayores alturas respecto al periodo anterior, en la etapa en estudio se continúa observando una situación urbana continua, y edilicia homogénea y uniforme.

En relación a las tendencias en arquitectura, el Racionalismo se afianza en el uso de materiales en su expresión "natural" manifestando mayor abstracción. En muchos de los edificios de la época (1, 2 y 3 en *Figura 2*) se comienza a visualizar la utilización de elementos de resguardo, tales como celosías de madera, toldos y persianas, que ofrecen protecciones a la condición climática de la ciudad oasis.



Figura 2. Construcciones en altura entre 1950 y 1970

- Período 1970-2010

En 1972 se regula el nuevo *Código de Edificación*, que revoluciona la edificación en altura. El mismo define aspectos referidos a alturas, retiros y ocupación del suelo y distingue dos tipologías: la de "basamento y torre" y la de "torre retirada". El basamento puede desarrollarse hasta los límites del terreno con una altura máxima de 12m, y la torre crece con retiros sucesivos. La tipología de "torre retirada" regula su altura en relación a un ángulo vertical de 75° en el cual ésta debe quedar incluida. De tal manera, en la medida que la torre aumenta en altura, más retirada se encuentra de los límites del terreno.

La normativa incorpora índices que definen factores de ocupación: el Factor de Ocupación de Suelo -*F.O.S.*- y el Factor de Ocupación Total -*F.O.T.* El primer caso (FOS) controla la superficie en el terreno a ocupar por la edificación,

evitando su ocupación total y permitiendo espacios libres. En el segundo caso (FOT) el objetivo es controlar la superficie cubierta total edificable en el terreno, por lo cual quedan definidas zonas de alta, media y baja densidad.

A partir de dichas regulaciones se observan en la ciudad innovaciones en la morfología arquitectónica, dadas por el escalonamiento que el basamento genera en los edificios. La incorporación del mismo advierte intenciones favorables dadas por la continuidad formal en la línea de basamento y la protección a la arboleda urbana (1 en *Figura 3*).

Debido a la superficie limitada de los terrenos en la zona de alta densidad de la ciudad, y según las exigencias de retiro del código, las construcciones no debieran superar los 10 niveles, dado que en la mayoría de los casos las dimensiones de la torre resultarían demasiado estrechas. No obstante, a pesar de tales regulaciones se observa en muchos de los edificios construidos a partir del siglo XXI, alturas que superan ampliamente los límites máximos regulados (3 en *Figura 3*).

Respecto a las tendencias arquitectónicas se observan dos variantes: el brutalismo y el postmodernismo.

A principios del periodo aparecen construcciones Brutalistas (2 en *Figura 3*) que se preocupan por los aspectos formales y expresivos de los edificios. Se advierte el compromiso con el sitio y la importancia de lo vernáculo, con una fuerte presencia de lo másico, como el hormigón y el ladrillo. Uno de los elementos característicos son los parasoles de hormigón, que si bien en el caso de la ciudad de Mendoza, en la mayoría de los casos, responden a intenciones formales, muchas veces pueden resultar positivos para el control térmico y lumínico.

La influencia del postmodernismo se ve reflejada en el incremento del uso del vidrio y el acero (1 y 3 en *Figura 3*), en donde la intención de “desmaterializar” las fachadas se traduce en envolventes cada vez más delgadas. Asimismo, con el objetivo de alivianar la estructura se concibe la misma en hormigón y envolvente e interiores en materiales livianos y con escasa inercia térmica.

Dentro de este período se distinguen dos etapas generadas antes y después del año 2000. Las diferencias de las construcciones, si bien se rigen bajo el mismo código, radican en su morfología y tecnología: los edificios construidos a partir del siglo XXI cuentan con alturas superiores y mayor presencia de materiales transparentes en la envolvente.

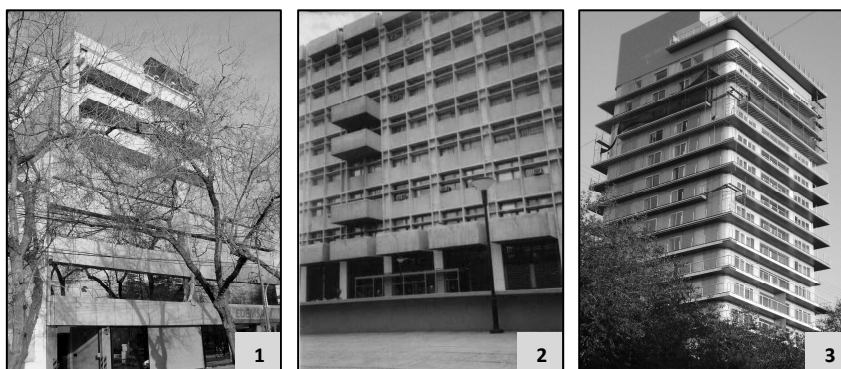


Figura 3. Construcciones en altura entre 1970 y 2010

Finalmente, a fines de 2010, la última actualización del Código de Edificación, modifica la regulación del basamento disminuyendo su altura máxima a 10m, denotando una protección aún mayor a la forestación urbana. Sin embargo, respecto a la tipología en torre, se adopta un criterio nuevo que relaciona tres variables: dimensión del terreno, retiros y altura. Los retiros laterales alcanzan valores mínimos de 3m desde el eje medianero hasta los 10m de altura y a partir de ese nivel se incrementa, según la zona en la que se encuentre, de acuerdo a una relación que varía entre 1/7 y 1/3 de la altura del edificio.

Estas nuevas normativas generan mayores retiros y mayores alturas. Así, en la zona central de la ciudad, en parcelas de hasta 2.500m², pueden construirse edificios que, retirados 10 metros de las líneas divisorias laterales, alcancen los 70 metros de altura. Si bien resulta poco probable un terreno de tales dimensiones en zonas de alta densidad, es sabido que los intereses económicos e inmobiliarios pueden generar inversiones de agrupaciones de terrenos menores. De tal manera la construcción de edificios de más de 20 niveles resultaría viable. Esto incrementaría el riesgo de los potenciales beneficios generados por las características de oasis de la ciudad.

Por otra parte, esta situación permite el avance de condiciones de fragmentación urbana (Pérgolis, 1998:34). La misma surge de una segmentación de la ciudad funcionalmente arbitraria, en la cual los límites son imprecisos, en donde importa el acontecimiento, más que el escenario en el que se produce y se genera una imagen sin identidad urbana.

Análisis de envolvente en edificios en altura residenciales

Se analiza la evolución de las edificaciones en altura en la ciudad de Mendoza en relación a dos aspectos: por un lado, la evolución morfológica en relación a lo normado por los códigos de edificación vigentes al momento de la construcción de cada edificio en altura. Por otro lado, el aspecto tecnológico en función del cálculo de:

- a) elementos opacos y transparentes en la envolvente
- b) elementos mäsicos y livianos en el interior
- c) superficies de envolvente expuestas

A tal fin se realiza el relevamiento de diferentes tipologías construidas en la ciudad, encuadradas en el contexto de manzanas de alta densidad cuyas características urbanas y espaciales son similares. El área de estudio comprende la zona de la segunda fundación de la ciudad, la cual se corresponde con la de mayor densidad edilicia en altura. Dicha área cuenta con cinco plazas en damero, las cuales se conforman como espacios abiertos y abarca un sector de 64 manzanas.

Se consideró un conjunto muestral de 68 edificios, contenidos en 4 de éstas manzanas seleccionadas en forma aleatoria. Los casos resultan representativos de cada uno de los tres **períodos histórico en cuestión**. En la Tabla 1 se presenta la síntesis gráfica de la evolución morfológica y de tecnología de envolvente. Los gráficos circulares son producto de revelar las superficies de los 68 edificios en análisis, clasificados **según los periodos históricos en cuestión**: 24 edificios pertenecientes al período de 1900 a 1950, 25 casos del período 1950-1970 y 19 edificios del último período, desde 1970 a 2010.

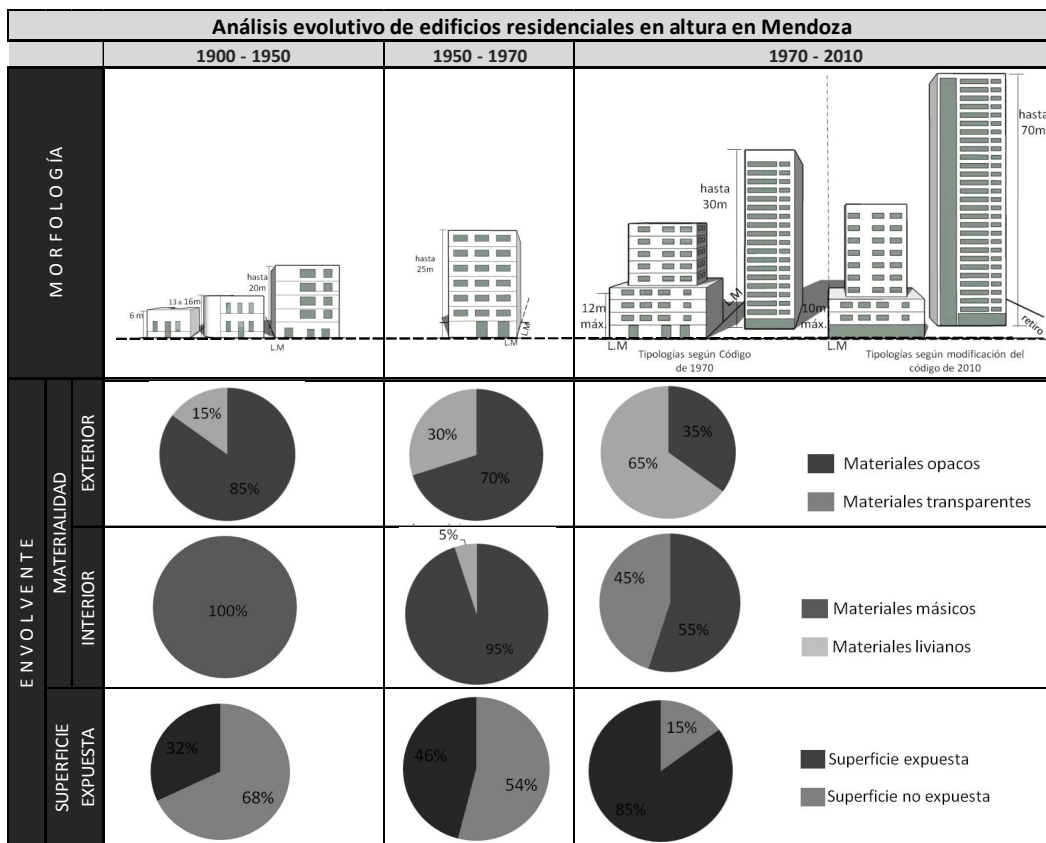


Tabla 1. Evolución morfológica y de tecnología de envolvente en edificios en altura en Mendoza

El análisis distingue diferentes situaciones en relación con los periodos clasificados:

En el primer período la homogeneidad edilicia implica superficies de envolvente expuestas del 32%. En cuanto a los materiales en la envolvente exterior se advierten porcentajes del 85% de elementos opacos, y del 15% de elementos transparentes. Asimismo, las divisiones del espacio interior se materializan en su totalidad mediante elementos mäsicos. Dichos porcentajes indican el carácter mayormente conservativo en los espacios interiores de las viviendas del periodo analizado.

En el segundo período, el crecimiento en altura de las edificaciones representa aumentos en las superficies expuestas, que se encuentran en un 46%. Por otro lado, los elementos opacos en los materiales de la envolvente exterior representan el 70%, mientras que los transparentes se encuentran en el 30%. En los materiales interiores continúa prevaleciendo el porcentaje de materiales mäsicos, dado en un 95%. Se comienza a observar la incorporación de materiales livianos en los espacios interiores.

El último período en estudio muestra sustanciales aumentos en las superficies expuestas, que se encuentran en el orden del 85% del total de envolvente. Asimismo, el incremento de materiales opacos en la envolvente disminuye, llegando a porcentajes que se encuentran en un 35%, mientras que los transparentes representan el 65%. Se observa que la relación de materiales máxicos y livianos se invierte respecto al período anterior. En cuanto a los espacios interiores, el incremento de materiales livianos y de construcción en seco se traduce en un 45%, mientras que los elementos divisorios del tipo máxicos disminuyen llegando a un 55% del total.

Estudio de casos

Definición del área y selección de casos edilicios representativos

A partir de los 68 edificios en estudio con los que se realizó el análisis presentado en la Tabla 1, y a partir de los objetivos planteados se seleccionan edificios de uso permanente, los cuales se corresponden con las tipologías habitacionales o residenciales. Estos representan al 47% del total. Asimismo, se identificaron los edificios con su fachada principal al Norte y ubicados frente a un espacio verde.

Los edificios son seleccionados en función de comparar comportamientos térmicos interiores en tipologías edilicias que representen distintas morfologías -en relación a las normativas vigentes- y diferentes tecnologías de envolvente, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Reglamentaciones vigentes: edificios construidos según reglamentaciones del periodo 1950-1970 y del periodo 1970-2010.
- Tipología edilicia: torre adosada a los límites del terreno y torre retirada de las líneas divisorias de edificación.
- Envolventes: predominantemente máxica (\geq al 80% de envolvente máxica) y predominantemente liviana (\leq al 50% de envolvente máxica)

Cabe aclarar que los edificios **máxicos representan a la mayoría de los edificios de la ciudad**. (la tendencia mayoritaria en la ciudad.) Sin embargo, en los últimos 10 años, las construcciones en altura realizadas en el Área Metropolitana de Mendoza presentan fachadas predominantemente vidriadas **constituyendo "tendencia" en la modalidad de producción arquitectónica**. (Si bien dicha tipología no es representativa de la ciudad, constituye la última tendencia en arquitectura, la cual progresivamente debilita la envolvente) **SACARIA LO MARCADO ENTRE PARÉNTESIS Y COLOCARÍA LO INDICADO EN ROJO**. Tendencia indica hacia donde se va, cual es el rumbo, no debiera usarse para referirse a los edificios máxicos.

Los edificios seleccionados se observan en la Figura 4 y resultan:

_ Caso 1 (frente a Plaza Independencia): edificio de envolvente predominantemente máxica, construido según normativas del periodo 1950-1970, de tipología de torre adosada a los límites del terreno.

_ Caso 2 (frente a Plaza Italia): edificio con envolvente liviana, perteneciente a las reglamentaciones del periodo 1970-2010, de tipología de torre retirada.



Figura 4. Ubicación en el A.M.M. de los casos de estudio

En la Tabla 2 se presenta la caracterización de los edificios en estudio.

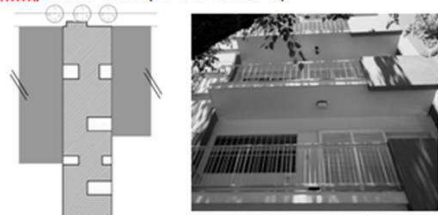
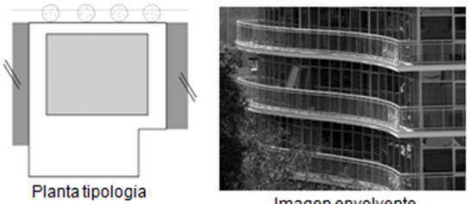
1- EDIFICIO MÁSICO	2- EDIFICIO LIVIANO
<p>Año de construcción: 1970</p> <p>Reglamentación vigente: Normativa de 1950-1970</p> <p>Tipología edilicia: edificio adosado a líneas medianeras (C)</p> <p>Envolvente: liviana 26,60% - maciza 73,40%</p> <p>Altura: 25m (7 niveles)</p> <p>Retiros: frontal y laterales 0m (Colindancia Este: edificación de 5 niveles. Colindancia Oeste: vivienda de 2 niveles)- posterior 3m</p> <p>Protecciones solares: balcones de 1,20m de profundidad.</p> <p>Materialización de la envolvente: ladrillo hueco (K: 0.73 W/m²C) vidrio 4mm (K: 5.8 W/m²C)</p>	<p>Año de construcción: 2007</p> <p>Reglamentación vigente: Normativa de 1970</p> <p>Tipología edilicia: edificio en torre de perímetro libre (D)</p> <p>Envolvente: liviana 51,20% - maciza 48,80%</p> <p>Altura: 72m (20 niveles)</p> <p>Retiros: frontal 5m – laterales 6m - posterior 15m</p> <p>Protecciones solares: balcones de 1m de profundidad</p> <p>Materialización de la envolvente: H°A° (K: 1.70 W/m²C) doble vidrio 3+3mm (K: 5.7 W/m²C)</p>
 <p>Planta tipología</p> <p>Imagen envolvente</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ edificación colindante ■ superficie construida □ superficie descubierta 	 <p>Planta tipología</p> <p>Imagen envolvente</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ edificación colindante ■ superficie construida □ superficie descubierta

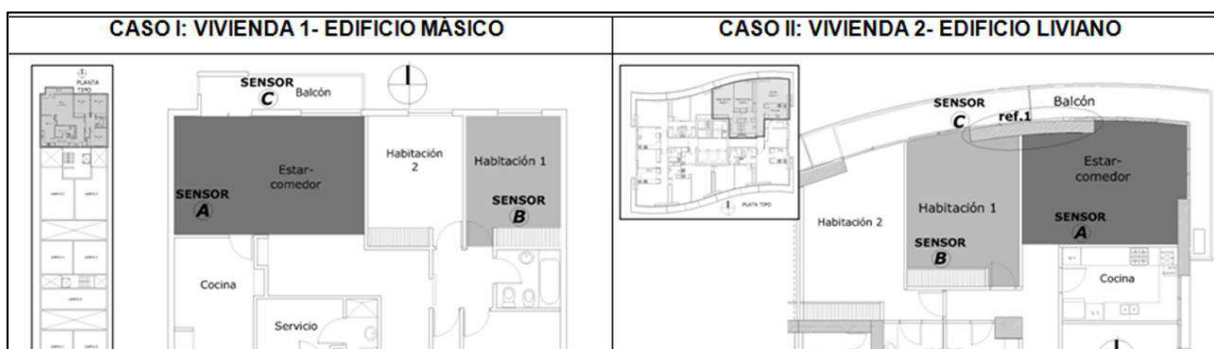
Tabla 2. Caracterización de los edificios en altura en estudio

La materialidad de la envolvente del edificio 1 cuenta con ladrillo hueco con revoque y pintura -0,30m de espesor- al exterior, sin aislación, y divisiones interiores del mismo material de 0,10m de espesor. Presenta un 26,60% de materiales livianos (vidrio 4mm) y un 73,40% de materiales macizos en su envolvente. Las cubiertas son de losa nervada con ladrillo hueco.

El edificio 2 responde a la concepción de edificio de estructura de hormigón y piel de vidrio. A pesar de ser un edificio en el que predomina una estética transparente, la estructura resulta significativa debido al carácter sísmico de la región, por lo que alcanza el 48,8% de la envolvente. De este porcentaje el 21,65% está recubierto en vidrio (ver ref.1 en Tabla 3). El 27,15% restante cuentan con revoque texturado con base de polímero. El material transparente, correspondiente al 51,20% de la envolvente, es de vidrios de 3mm cada uno (3+3) con láminas de polivinil butiral (PVB) de 0,38 aplicadas con calor y presión. Las losas son de H°A°.

Análisis de casos de estudio: unidades de vivienda

Se analizan dos unidades de vivienda pertenecientes respectivamente a los edificios descritos previamente. Se seleccionan viviendas frontales orientadas al Norte por encima del nivel de la copa de los árboles.



En la Tabla 3 se presentan los departamentos en estudio con superficies cubiertas semejantes: 100m² aproximados. En ambos casos los espacios analizados se orientan al Norte; y el estar-comedor del caso 2 cuenta con aberturas adicionales hacia el Este.

Los porcentajes de envolvente expuesta son los siguientes: en el caso 1 (másico) el estar cuenta en su envolvente con el 70% de materiales másicos y el 30% de materiales livianos (vidrio simple 4mm). La habitación presenta el 86% de materiales másicos y el 14% de livianos. Por otro lado, en el caso 2 (liviano) el 41% de la envolvente del estar corresponde a materiales másicos (16,20% de H°A° - 24,70% de H°A° recubierto en vidrio) y el 60% a materiales livianos. En la habitación los porcentajes son semejantes: 51% de materiales másicos y 49% de livianos.

Monitoreo y evaluación del comportamiento térmico

Para determinar las diferencias del comportamiento térmico de los departamentos descriptos se realizan mediciones *in situ* de la temperatura del aire interior y exterior en las dos unidades de vivienda. Las mismas se efectúan a partir de la utilización de micro-adquisidores HOBO U12 de la marca ONSET ubicados a una altura de dos metros y a una distancia suficiente de la masa de las paredes a los efectos de evitar distorsiones en los datos (Oke, 2004). Las mediciones se realizan en la estación de otoño durante un período de 12 días, del 30 de Marzo al 11 de Abril del 2012. Los datos se registraron cada 15 minutos bajo la siguiente configuración: un micro-adquisidor por espacio interior -estar-comedor y habitación- (sensor A y B en tabla 3); y un micro-adquisidor de referencia en el espacio exterior (sensor C en tabla 3) frente al espacio público de la calle (Norte).

La elección de la estación intermedia (otoño) 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 en la Tabla 4 los datos climáticos en Mendoza para el mes de abril:

HGLO: Radiación Solar Global sobre superficie horizontal	14,70Mj/m ²
TMAA: Temperatura Máxima Absoluta:	31,50°C
TMAM: Temperatura Máxima Media:	21,90°C
TM: Temperatura Media:	15,40°C
TMM: Temperatura Mínima Media:	10,90°C
TMA: Temperatura Mínima Absoluta:	0,50°C
HREL: Humedad Relativa:	60%
HELRL: Heliofania Relativa	60,50%
PREC: Precipitaciones:	11mm

Tabla 4. Datos climáticos en Mendoza para el mes de abril (Servicio meteorológico Nacional)

Resultados

Del período total medido de 12 días se eligen 3 días representativos (del 8 al 10 de Abril del 2012) con condiciones estables a los efectos de evitar la incidencia de eventos climáticos puntuales en los resultados. Los gráficos se presentan en las Figuras 5 y 6.

- Caso 1- vivienda edificio másico

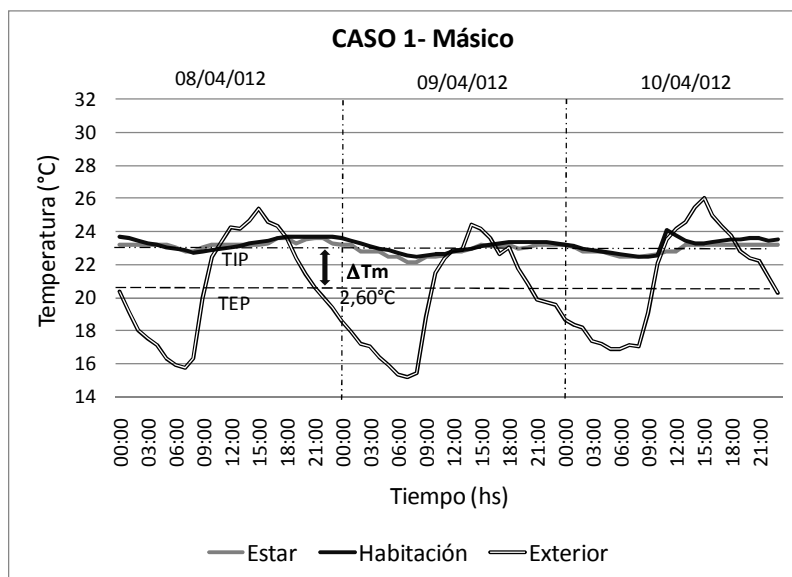


Figura 5. Temperatura exterior e interior del caso 1

Se observa que las temperaturas interiores, entre 22°C y 24°C, se encuentran dentro del rango de confort sugerido para personas aclimatadas a climas áridos y secos (Givoni, 1988:28), en el cual, bajo condiciones de aire calmo (habitaciones con ventanas cerradas), la temperatura interior se debe mantener inferior a 26°C. Aplicando sistemas de ventilación natural el máximo sugerido es de 28°C.

Las temperaturas máximas interiores en los días analizados en el estar son de 23,63°C (día 1) y 23,24°C (días 2 y 3); y las mínimas interiores de 22,86°C, 22,18°C y 22,48°C respectivamente. En la habitación las máximas resultan de 23,76°C, 23,25°C y 24,12°C; y las mínimas de 22,74°C (día 1) y 22,50°C (días 2 y 3). Se observan valores similares y constantes en los dos espacios analizados, con un ΔT diario menor a 2°C. Ésta mínima fluctuación de temperatura demuestra el equilibrio existente en los ambientes, dado por orientaciones y cantidad de envolvente expuesta semejantes. Asimismo, la tecnología de envolvente mayormente másica contribuye al control y estabilidad de las amplitudes térmicas interiores.

El rango de las temperaturas interiores se mantiene cercano a los valores de las máximas exteriores, sin sobrepasar a éstas últimas: las máximas interiores se mantienen en todos los días de análisis entre 1°C y 2°C por debajo de las máximas exteriores. De esta manera se evidencia como el caso en estudio amortigua las temperaturas exteriores.

Las diferencias de las temperaturas máximas (exteriores-interiores) alcanzan en el estar valores de 0,68°C, 0,88°C y 1,32°. Esto significa que las máximas interiores se encuentran por debajo de las máximas exteriores en un promedio de 0,96°C. La diferencia en las mínimas exteriores es de 6,56°C, 6,76°C y 5,42°C. En este caso las mínimas interiores sobrepasan en promedio 6,24°C a las mínimas exteriores. Se ha de notar que no se realiza enfriamiento mediante ventilación nocturna, debido a que, de lo contrario, dicha diferencia sería menor.

Los resultados indican un comportamiento térmico de los espacios dentro de los rangos de confort térmico y habitabilidad para la estación intermedia analizada, teniendo en cuenta que no se utilizan medios mecánicos de climatización. En cuanto a las temperaturas medias la temperatura exterior promedio es de 20,52°C y la interior promedio de 23,12°C, por lo que la diferencia resulta de 2,60°C.

Asimismo, las temperaturas máximas interiores se producen alrededor de las 17hs, es decir, aproximadamente 2 horas después de las máximas exteriores. Esta situación se debe al retardo que causa la inercia térmica de los materiales utilizados.

- Caso 2- vivienda edificio liviano

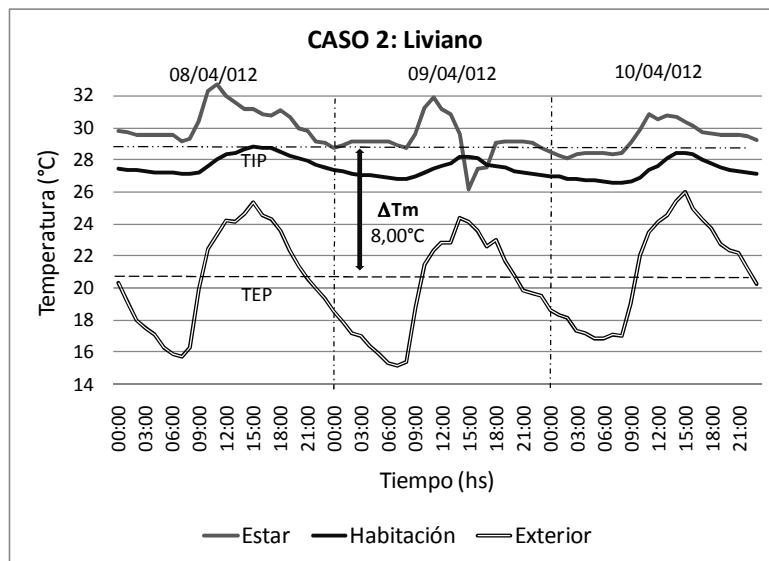


Figura 6. Temperatura exterior e interior del caso 2

En el caso 2 el rango de temperaturas interiores se encuentra entre 26°C y 32°C. Tales temperaturas sobrepasan en 6°C la temperatura máxima de 26°C para encontrarse en confort bajo condiciones de aire calmo (ambientes cerrados).

Respecto al tiempo en que las temperaturas interiores se encuentran fuera del rango de confort (mayor a 28°C) se distinguen los siguientes resultados: en el estar dicha situación se da las 24 horas del día, con excepción de 3 horas en el día 2, en las que la temperatura desciende a 27°C debido al uso de medios mecánicos de enfriamiento. En el caso de la habitación las temperaturas interiores se encuentran en un promedio de 5 horas y media al día fuera de dicho rango.

Las temperaturas máximas interiores para el estar en los tres días en estudio resultan: de 32,65°C, 31,82°C y 30,81°C; y mínimas de 29°C, 28,70°C y 28,11°C. En la habitación las máximas son de 28,82°C, 28,50°C y 28,45°C; y las mínimas de 27,06°C, 26,63°C y 26,50°C respectivamente. Respecto a las diferencias de los dos espacios analizados se observa que la habitación se comporta de manera estable con máximas de 28,82°C y mínimas de 26,51°C, es decir un ΔT diario de 2°C. Por su parte, el estar cuenta con temperaturas máximas de 32,65°C y mínimas de 26,14°C, lo cual implica un ΔT diario que alcanza los 5°C. Esta situación se debe a su orientación Nor-Este, lo cual sumado a una mayor superficie de envolvente transparente, implica un intercambio superior de energías radiativas y convectivas.

Se observa que el rango de las temperaturas interiores (de 26°C a 32°C) se mantiene por encima de las máximas exteriores durante las 24 horas del día.

Las diferencias de las temperaturas máximas exteriores respecto a las interiores representan en el estar (ambiente de mayores temperaturas) valores en los tres días de análisis de 9,31°C, 9,44°C y 7,33°C. La diferencia en las mínimas exteriores es de 9,60°C, 9,17°C y 9,92°C. Esto significa que las temperaturas máximas interiores sobrepasan a las exteriores en un promedio de 8,70°C; mientras que en las mínimas las interiores resultan 9,56°C superiores a las exteriores. Se observa la ausencia de ventilación natural para disminuir las temperaturas, siendo que en el exterior éstas son inferiores a las interiores, tanto durante el día como en la noche. Las temperaturas del espacio analizado resultan significativamente mayores a las exteriores debido a que la envolvente funciona como un invernadero, sin moderación o

control climático. En cuanto a las temperaturas medias, la temperatura exterior promedio es de 20,52°C y la interior promedio de 28,52°C, por lo que la diferencia entre la temperatura media interior y la temperatura media exterior resulta de 8,00°C.

Respecto a los horarios de ascenso y descenso de temperaturas interiores se observan diferencias en los dos espacios: en la habitación las temperaturas aumentan acompañando el recorrido de la curva exterior, alcanzando la máxima en el mismo horario (15hs) y disminuyendo a partir de ese momento. Sin embargo, en el estar, la temperatura aumenta en mayor proporción en relación a la exterior, a partir de las 9hs, y alcanza la máxima a las 13hs. Esto se debe a que las mayores temperaturas resultan de la ganancia solar no controlada a causa de la ausencia de protecciones en la orientación Este y la baja eficiencia de las protecciones horizontales (balcones que funcionarían como aleros si su diseño lo permitiera) en la orientación Norte. Asimismo, si bien las mediciones se realizan en una estación intermedia con el fin de evitar la incidencia de sistemas de climatización, se advierte el uso de medios mecánicos de enfriamiento por parte de los usuarios, indicado por un descenso en la temperatura en el estar a partir de las 14hs, momento en que el espacio se comienza a usar.

Tales resultados demuestran que la tecnología de envolvente liviana (del 51,20%) con la que cuenta el edificio -dos vidrios laminados de 3mm de espesor cada uno- provoca que las temperaturas interiores asciendan junto a las exteriores, señalando las escasas prestaciones relacionadas a la inercia térmica de dicho material, junto a la necesidad del uso de climatización mecánica aún en la estación de otoño.

- Comparación de los casos de estudio

A fines de comparar espacios con orientaciones equivalentes (Norte) se muestran en la Tabla 5 las temperaturas extremas interiores en las habitaciones y las máximas y mínimas exteriores. Se calculan las diferencias entre tales temperaturas extremas.

TEMP. (°C)	CASO MÁSIKO			CASO LIVIANO		
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 1	Día 2	Día 3
Exterior máxima	25.36	24.38	26.00	25.36	24.38	26.00
Exterior mínima	15.70	15.17	16.86	15.70	15.17	16.86
Interior máxima	23.40	23.03	23.35	28.82	28.20	28.45
Interior mínima	22.88	22.62	22.65	27.10	26.78	26.60
Diferencia (ext.máx. - int.máx.)	1.96	1.36	2.66	-3.46	-3.82	-2.45
Diferencia (int.mín.- ext.mín.)	7.18	7.45	5.79	11.40	11.61	9.73

Tabla 5. Temperaturas máximas y mínimas exteriores e interiores y diferencias en habitaciones

Se observan los siguientes resultados:

Las temperaturas interiores muestran valores similares en los tres días de estudio, con variaciones que no exceden los 0,60°C. En el caso 1 –máscico- las máximas se encuentran en el orden de los 23,20°C y en el caso 2 –liviano- estas son de 28,50°C. Las diferencias entre los dos casos implican mayores temperaturas en el caso liviano, en un promedio de 5,30°C. De igual modo sucede en las mínimas: los valores de temperatura resultan mayores en el caso liviano, con diferencias en promedio de 4,10°C.

La comparación advierte que las temperaturas del caso macizo se encuentran dentro del rango de confort, mientras que las del liviano las superan, incluso incorporan las condiciones exteriores al acumular calor mediante ganancia directa. Esto demuestra como la tecnología utilizada en el edificio liviano 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% del total de la envolvente exterior).

El análisis de diferencias interiores y exteriores (diferencias temperaturas máximas y mínimas en Tabla 4) indica en el caso máscico mayores temperaturas exteriores que interiores, con diferencias del orden de los 2°C en las máximas. En cuanto a las mínimas la diferencia resulta en promedio de 6,5°C. Sin embargo, en el caso liviano las temperaturas interiores son superiores a las exteriores: la diferencia promedio de los tres días en las máximas ronda los 3°C y en las mínimas es aún mayor: del orden de los 11°C.

Se observan las siguientes amplitudes térmicas diarias: en el caso máscico para los tres días analizados variaciones estables de 0,60°C, 0,41°C y 0,70°C. En el caso liviano dichos valores resultan mayores, sin embargo dichas fluctuaciones no sobrepasan los 2°C, siendo de: 1,72°C, 1,42°C y 1,85°C.

Los resultados descriptos llevan a las siguientes reflexiones:

En el caso 1 (máscico) la tecnología de envolvente (ladrillo hueco y vidrios simples de 4mm) permite que las temperaturas máximas interiores se encuentren por debajo de las máximas exteriores. Si bien el rol de la inercia térmica resulta importante cuando ésta se acopla con otras medidas de ahorro energético, y con uso eficiente y racional del

edificio (Aste et al, 2009: 1.186) es indudable la contribución de la misma a un comportamiento térmico interior comfortable.

El edificio del caso 2 (liviano) presenta una particularidad dada por la conjunción de los materiales en su envolvente asociados a las necesidades anti-sísmicas de la región. Los muros de hormigón, de 40cm de espesor, generan que las amplitudes térmicas interiores se mantengan controladas. A pesar de esto el vidrio que recubre los muros orientados al Norte, dado por la búsqueda de una imagen transparente, implica que las temperaturas interiores no descieran, provocando los elevados rangos térmicos resultantes.

Otro aspecto relevante para un comportamiento térmico interior comfortable está relacionado a las variaciones en los porcentajes de envolvente. El caso 1 (liviano), con un 52% de envolvente liviana presenta un rango de temperatura más elevado - de hasta 9°C superior- al del caso 2 (máscico) de 27% de envolvente vidriada. Se observa de esta manera la necesidad de un adecuado estudio a cerca de las proporciones en materiales máscicos y livianos a utilizar en la envolvente de edificios en altura en ciudades de características climáticas áridas.

Conclusiones

La evolución edilicia en altura en la ciudad de Mendoza se encuentra asociada a los siguientes aspectos:

Por un lado, las normativas y códigos de edificación existentes, han pautado aspectos morfológicos en relación a alturas y retiros. Hasta 1970 se establecían alturas mínimas, con intenciones de jerarquizar calles y avenidas, dando como resultado un panorama edilicio homogéneo e uniforme, y una situación urbana mayormente compacta. Después de la implementación del Nuevo Código de Edificación, en la década del 70, la modificación de la forma de los edificios en altura se encuentra dada principalmente por la implementación del basamento, lo cual conlleva a situaciones favorables como son la continuidad formal y la protección de la arboleda urbana.

Por otro lado, mientras que los avances tecnológicos permiten el crecimiento en altura de los edificios, las mismas se regulan según los retiros mínimos establecidos y las dimensiones del terreno. Esto fomenta las posibilidades de unión de terrenos pequeños en la ciudad, en los cuales los edificios resultan cada vez más altos. Tal situación de dispersión edilicia tiende a la interrupción de la ciudad compacta. Teniendo en cuenta que “una estrategia sostenible pensada para los sistemas urbanos se basa en el aumento de complejidad, es decir, en el aumento de la probabilidad de contacto entre los diversos elementos, sin que se incremente el consumo de energía” (Rueda 1997:70), queda implícito que la última modificación al código orienta el crecimiento urbano-edilicio en el camino contrario desde la mirada del desarrollo sustentable.

En cuanto a la morfología edilicia se observa que la tipología en “torre” retirada de las líneas colindantes resulta una tendencia en crecimiento, lo cual junto a la incorporación de los factores de ocupación del suelo, marca un quiebre en torno a la eficiencia energética-edilicia, exponiendo cada vez más el perímetro de los edificios y quedando las envolventes con un acceso completo a la radiación solar por encima de la copa de los árboles. De esta manera toma mayor importancia la tecnología de la envolvente debido al rol que ésta juega como moderadora de las temperaturas interiores. Los últimos edificios en altura construidos en Mendoza tienden a contar con mayores porcentajes de envolvente liviana y trasparente, lo cual en invierno puede resultar beneficioso durante el día y perjudicial en las noches debido a las posibles pérdidas; mientras que en las estaciones de verano, primavera, e incluso otoño, el uso de medios mecánicos de enfriamiento implicaría importantes consumos energéticos.

Las diferentes tecnologías de los casos de estudio indican que la unidad de vivienda del edificio máscico se encuentra dentro del rango de confort, mientras que el liviano supera dicho rango, con diferencias de hasta 6°C. Las temperaturas resultantes en el caso liviano y el relevamiento de uso realizado, evidencian la necesidad de utilización de medios mecánicos de enfriamiento en una estación en la que las temperaturas diurnas exteriores se encuentran dentro de los parámetros de confort.

El uso de materiales cada vez más delgados y livianos, tanto en la envolvente como en el interior del edificio, responde a la búsqueda de alivianar la estructura, así como al aprovechamiento de mayor cantidad de superficie cubierta. No obstante, en una ciudad sísmica como Mendoza resultan necesarios materiales portantes, y por ende máscicos. Dichos materiales generan oscilaciones de temperatura diarias dentro de rangos menores, entre 2°C y 5°C. Los resultados evidencian que el debilitamiento de las propiedades de inercia térmica de la envolvente en climas áridos compromete las condiciones de confort interior. De tal manera se demuestra que frente a temperaturas exteriores equivalentes, las diferencias en tecnología y morfología edilicia, significan importantes variaciones en el comportamiento térmico interior; y la envolvente liviana no amortigua las condiciones térmicas exteriores.

La evolución de los edificios residenciales en altura en la ciudad de Mendoza está tendiendo a la desmaterialización de la envolvente, con un visible incremento del uso del vidrio y de materiales livianos, incluso en los interiores. Es por esto que resulta importante -en una región con características climáticas áridas- proyectos en los cuales se consideren estrategias de diseño que tengan en cuenta la incorporación de materiales con inercia térmica.

Frente a esta circunstancia, una posibilidad que se propone para incorporar materiales máscicos en la envolvente de edificios que busquen una estética transparente, puede ser la de concebir la piel a partir de distintas capas en las que se

adopten los materiales opacos de alta inercia, como el hormigón, y materiales con una imagen transparente como el vidrio. Esta estrategia combina la imagen liviana con el buen funcionamiento térmico.

A nivel internacional, un ejemplo de lo expuesto es la "Torre Agbar", en Barcelona, obra del arquitecto Jean Nouvel. Se trata de un edificio en altura acristalado que impacta visualmente en la ciudad por su imagen liviana y su forma ovoidal. La envolvente se soluciona a partir de distintas capas: de adentro hacia afuera una primera de hormigón, con huecos dispuestos aleatoriamente que hacen las veces de ventanas. Luego, con el objetivo de lograr juegos de luces y colores, el hormigón se recubre de una chapa ondulada de aluminio. Y finalmente, la piel del edificio se hace visible a través de láminas de vidrios -translúcidos y transparentes-, que cubren a modo de parasol toda la superficie de envolvente, con diferentes inclinaciones teniendo en cuenta la incidencia de radiación.

Otra posible estrategia es la de prolongar los beneficios de la ciudad oasis sobre la copa de los árboles mediante superficies verdes que sean parte de la envolvente o piel del edificio. Esta alternativa logra una imagen parcialmente liviana, produciendo una nueva estética tendiente a una arquitectura ambientalmente consiente.

Ejemplo de esto es el edificio "Consortio Nacional de Seguros - Vida" en la ciudad de Santiago de Chile, del arquitecto Enrique Browne. En el mismo se resuelve la dicotomía climática a través de una doble fachada: una interior vidriada de baja emisividad y otra exterior con vegetación. Esta fachada verde reduce la absorción solar y prolonga los efectos del microclima que produce la vegetación a toda la altura del edificio.

Cabe aclarar que las estrategias propuestas deben estar integradas a un conjunto de consideraciones de diseño tendientes al buen funcionamiento del edificio, y asimismo deben estar complementadas con otros aspectos de uso: por ejemplo, hábitos de ventilación, que resultan fundamentales para el logro de una arquitectura sustentable.

Una acción a realizar en Mendoza, conducente a revertir las problemáticas identificadas en relación al comportamiento térmico interior de los edificios residenciales, sería incorporar en el código de edificación, la verificación del comportamiento de la envolvente en el clima particular del contexto de inserción de los edificios en altura.

Bibliografía

ASTE, Niccolo; ANGELOTTI, Adiana; BUZZETTI, Michela. 2009. "The influence of external walls thermal inertia on the energy performance of well insulated buildings". *Energy and Buildings 41* (Energy and Buildings, 2009), 1181-1187

BALTER, Julieta; GANEM, Carolina; CANTÓN, María Alicia. 2010. "Edificios vidriados en Ciudades Oasis. Evaluación térmica de las condiciones interiores en departamentos ubicados en distintas alturas en la ciudad de Mendoza". *Revista AVERMA. Avances en Energías Renovables y Ambiente*. Vol. 14. ISSN 0329-5184. (Argentina Salta: INENCO-UNSa, 2010), 105-112.

BÓRMIDA, Eliana. 1984. "Mendoza, una Ciudad Oasis". *Revista de la Universidad de Mendoza*. 121-137

GIVONI, Baruch. 1988. *Climate Considerations in Buildings and Urban Design*. (Estados Unidos: John Wiley & Sons, 1998).

GUAYCOCHEA DE ONOFRI, Rosa. 1980. *Arquitectura de Mendoza y otros estudios*. (Mendoza: Ed. Inca, 2001)

HERZOG, T.; KRIPPNER, R.; LANG, W. 2004. *Façade Construction Manual*. (Birkhahüser, Basilea).

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

OLGYAY, Victor. 1963. *Arquitectura y Clima. Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas*. (Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1998).

PÉRGOLIS, Juan Carlos. 1998. "Lenguaje urbano y lenguaje arquitectónico en las ciudades latinoamericanas". *Área 6*, agosto. 33-38.

RE, M., BLASCO LUCAS I. 2010. "Comportamiento Higrotérmico, Lumínico y Energético de edificios residenciales ubicados en la ciudad de San Juan". *Revista AVERMA Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 14. ISSN 0329-5184. (Argentina Salta: INENCO-UNSa, 2010), 181-188

RICARDS, B., 2006. *New Glass Architecture*. (New Haven: Yale University Press)

RUEDA, Salvador. 1997. "La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa". *Ciudades para un futuro más sostenible*. 69-80.

Notas biográficas

JULIETA BALTER es arquitecta Magister en Arquitectura Sostenible y Energías Renovables por la Universidad Internacional de Andalucía. Fue docente adscripta en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad de Mendoza y cuenta con experiencia profesional en el exterior –México y España- y en Mendoza. Actualmente es becaria Tipo II de CONICET en el INCIHUSA-CCT-Mendoza. Realiza el Doctorado de Arquitectura en la Universidad Nacional de La Plata, especializándose en sustentabilidad de edificios en altura en ciudades-oasis. Los resultados obtenidos de la investigación en curso han sido plasmados en publicaciones en congresos nacionales e internacionales. Participa como miembro del equipo de trabajo en proyectos nacionales de investigación vinculados al hábitat sustentable.

CAROLINA GANEM es arquitecta y Doctora en Arquitectura por la ETSAB–UPC. Docente universitaria en la Carrera de Proyectos de Diseño de la Universidad Nacional de Cuyo e Investigadora del INCIHUSA - CONICET. Se especializa en bioclimatología edilicia y hábitat sustentable. Actualmente trabaja en proyectos de investigación sobre las oportunidades ambientales en la rehabilitación del hábitat construido y en el diseño de nuevos proyectos. Busca establecer criterios de evaluación y mecanismos de implementación e incentivo para la certificación energética edilicia tanto en construcciones urbanas como en industrias. Dirige y participa en proyectos de investigación nacionales y de cooperación internacional, cuyos resultados han sido volcados en revistas y congresos nacionales e internacionales.

MARÍA ALICIA CANTÓN es DEA en Arquitectura por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Mendoza e investigadora del CONICET. Realiza investigaciones vinculadas al desarrollo urbano y edilicio sustentable. Trabaja en el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, perteneciente al Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA-CONICET) en el Centro de Ciencia y Técnica (CCT-Mendoza). Es profesora adjunta de Ambiente II en la FAU-UM. Tiene proyectos de investigación y desarrollo en ejecución financiados por ANPCYT, publicaciones en revistas nacionales e internacionales con referato y participa regularmente en congresos nacionales e internacionales de la especialidad.