

CONDICIONES TÉRMICAS Y BENEFICIOS AMBIENTALES DE DISTINTAS CONFIGURACIONES DE PLAZAS URBANAS EN ZONAS ÁRIDAS.

S. Stocco¹, M. A. Cantón², E. N. Correa²

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV INCIHUSA) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Científico y Tecnológico. C.C.T. C.P. 5500 – Mendoza
Tel. (0261) 5244322, Fax. (0261) 5244001. E-mail: sstocco@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido 16/08/13, aceptado 30/09/13

RESUMEN: El presente trabajo evalúa las consecuencias de las decisiones de diseño implementadas en las plazas de Mendoza en las últimas décadas y su influencia sobre el comportamiento térmico del espacio. Dentro de cada plaza se han evaluado distintas estructuras de verde y sellado (prado, bosque, centro sellado). Los espacios fueron monitoreados durante el verano 2012-2013. Los resultados muestran que el comportamiento térmico de las estructuras evaluadas depende en gran medida de su condición de acceso al sol y su visión de bóveda celeste. Durante el día (periodo del calentamiento) la estructura más eficiente es la que bloquea la radiación solar mejorando la habitabilidad del espacio. En torno a la noche (periodo de enfriamiento) la estructura más eficiente es la que posee mayor apertura de bóveda celeste y predomina la condición verde de su ámbito. Finalmente desde el punto de vista térmico el patrón de diseño actual debilita los beneficios ambientales de las plazas insertas en ciudades de zonas áridas.

Palabras clave: Plazas, Estructuras morfológicas, Comportamiento térmico.

INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la población urbana genera alteraciones ambientales en el clima de las ciudades. Dichas alteraciones se deben a factores tales como: el aumento de las construcciones en la trama urbanizada, el uso masivo de superficies de hormigón y pavimentos, la falta de espacios verdes, el incremento de las temperaturas y de calor antropogénico, entre otros (Santamouris, 2001). El impacto de estos factores produce efectos negativos en las condiciones ambientales de la ciudad, acrecentando la producción de agentes contaminantes que repercuten en la salud y en la calidad de vida de sus habitantes (Oke et al., 1991).

Con el fin de mitigar el fenómeno denominado “isla de calor urbano” se han propuesto diversas estrategias, una de ellas es la incorporación de espacios abiertos vegetados en las ciudades (Akbari et al, 1992; Gaitani et al, 2007). Los beneficios ambientales y sociales de esta incorporación son numerosos, entre ellos pueden mencionarse: el bloqueo de ruidos, el mejoramiento de la calidad del aire, (Julia et al 2009; Mihalakakou et al, 1994) además proporcionan importantes mejoras en el microclima de la ciudad: atenúan las temperaturas extremas, controlan la radiación solar (reducción de hasta el 90% de la radiación sobre las superficies; Heisler, 1986), disminuyen brillos y reflejos (Sorensen, M et. Al., 1996), optimizan las condiciones de confort, contribuyen a la hidratación de la atmósfera y al refrescamiento del aire en zonas de climas áridos (Bernatzky, 1982). En cuanto a sus beneficios sociales son utilizados como espacios para la recreación y el encuentro, además de cumplir una función estética.

En el caso particular de la ciudad de Mendoza, Argentina emplazada en una zona árida caracterizada por inviernos fríos, veranos calurosos, con importantes amplitudes térmicas diarias- estacionales y escasas lluvias (250mm anuales promedio), la presencia de espacios abiertos vegetados conforman una importante estrategia de acondicionamiento ambiental del espacio urbano edilicio.

La ciudad fue fundada en 1561 alrededor de un espacio abierto respondiendo al modelo clásico de plaza central alrededor del cual se distribuye el equipamiento público. En 1861 a raíz de un terremoto, la ciudad fue desbastada y refundada adoptando una trama urbana de manzanas en damero (100x100), una plaza central de 4000 m² aproximadamente y cuatro plazas equidistantes de la principal de 1000 m² cada una de ellas, con calles y veredas anchas de 16, 20 y 30 m fuertemente forestadas. La trama urbana es resultado de la influencia de la colonización

¹Becaria INCIHUSA – CONICET
² Investigadora Adjunta CONICET

hispanica en América y las ideas higienistas del urbanismo francés de mediados del SXIX. (Ponte, 2008). La ciudad nació y creció con un fuerte contenido de espacios verdes, presentando una relación de 64 manzanas construidas y 8 manzanas destinadas a plazas. Esta relación indica que el 12,5% de la trama urbana estaba destinada a espacios abiertos vegetados. Sin embargo este modelo se ha debilitado debido al proceso de crecimiento de la ciudad, el cual no ha respetado las proporciones fundacionales en cuanto a la relación manzanas construidas-vacías destinadas a plazas. Se han incrementado los espacios construidos y disminuido los espacios abiertos. En la actualidad solo el 2 % de la trama urbana está destinado a plaza.

En cuanto al diseño de plazas adoptado, el modelo frecuente se relaciona al tipo conmemorativo, en el cual se observa la presencia de grandes explanadas como sitio de reunión y donde la vegetación tiene una gran relevancia paisajística desde el punto de vista estético. Sin embargo en el periodo comprendido entre 1980 y 1990 las “plazas” de la ciudad sufrieron un proceso de “modernización” reemplazando los espacios verdes por grandes áreas selladas. Esta concepción del espacio abierto es el resultado de nuevas tendencias de diseño que priorizan aún más los aspectos estéticos (Bochaca, 2005) en perjuicio de los aspectos ambientales que son determinantes para ciudades insertas en climas áridos como es el caso de Mendoza.

Este trabajo tiene por objeto evaluar las consecuencias de las transformaciones implementadas en las plazas de la ciudad de Mendoza sobre el comportamiento térmico de las mismas. El objetivo final es proponer diseños eficientes en torno a maximizar sus beneficios ambientales de modo de revertir los impactos negativos de la urbanización sobre la habitabilidad de las ciudades emplazadas en zonas áridas.

METODOLOGÍA

Criterio de selección de casos de estudio

Para la selección de los casos de estudio se realizó un relevamiento y caracterización física de las plazas localizadas en la ciudad de Mendoza. Se evaluaron dos aspectos: el primero, respecto a su contexto de inserción en lo referido a características del entorno y densidad edilicia. El segundo aspecto refiere a las características de diseño y materialidad de cada plaza mediante la consideración de las siguientes variables: forma, superficie, organización interna y materiales empleados en las superficies de piso.

A partir de estos aspectos considerados se seleccionaron tres casos de estudio que representan las características fundacionales de la plaza desde el punto de vista de la fuerte impronta verde imperante en su concepción y las transformaciones que experimentaron a fines del siglo XX. Este criterio de selección responde al objetivo del trabajo de evaluar el efecto de la configuración de la plaza en el comportamiento térmico de las mismas.

Casos de estudio

Caso 1 Plaza San Martín: Se ubica en el centro de la ciudad de Mendoza, en un contexto de alta densidad edilicia. Los edificios que la rodean alcanzan una altura promedio de 20 metros, forma parte del conjunto primario de espacios abiertos definidos en la segunda fundación de la ciudad. Alcanza una superficie de 11.699,80 m², Su organización interna está compuesta por un núcleo central predominantemente semi-sellado, con la presencia de un monumento principal. Alrededor se sitúan las áreas vegetadas. Los espacios están agrupados con referencia a un sistema radial. En cuanto a su materialidad expresa las transformaciones que sufrieron las plazas incrementando las áreas selladas (57,25%) y disminuyendo los espacios verdes (42.50%). Presenta una relación sellado/verde de 0.75:1.

Caso 2 Plaza Chile: Al igual que la plaza San Martín la plaza Chile se ubica en el centro de la ciudad de Mendoza, en un contexto de alta densidad edilicia, forma parte del conjunto de espacios abiertos primarios de la ciudad. Su superficie es de 11.995,28 m², Su organización interna consta con un núcleo central predominantemente semi-sellado, con la presencia de una fuente principal. Alrededor se sitúan las áreas verdes. Los espacios están agrupados con referencia a un sistema radial. El proceso de modernización de la plaza mantuvo un equilibrio entre superficies selladas (45.63%) y superficies verdes (48.27%). Presenta una relación sellado/verde de 1.05:1.

Caso 3 Plaza Manuel Belgrano: Se ubica en el área denominada Barrio Cívico en la Ciudad de Mendoza, en un contexto de baja densidad edilicia, las alturas de las edificaciones que lo rodean no superan los 9 metros. Con una superficie total de 7.358,51 m², Su organización interna se caracteriza por un núcleo principal sellado, desfasado del centro. Los espacios verdes están agrupados en relación a un sistema de líneas que acompañan la forma triangular. La plaza ha conservado su estructura material original. Está compuesta por 54.70% de superficies verdes, 12.82% de superficies selladas y un 32.47% de ladrillo molido y ripio, predominando las superficies verdes. Su relación sellado/verde es de 7,25:1.

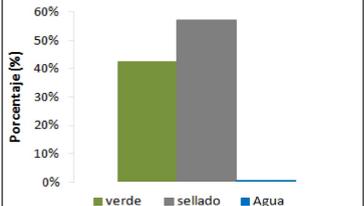
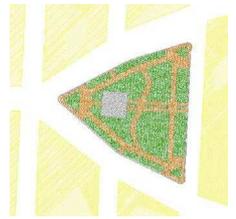
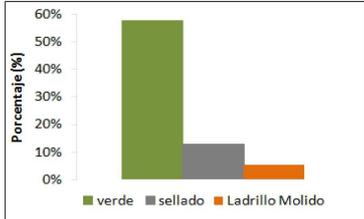
Casos de estudio			
		Forma/Organización Interna	Materialidad
Plaza San Martín			
Plaza Chile			
Plaza Manuel Belgrano			
	Baja densidad ≤3 pisos	Media densidad <3y≥6pisos	Alta densidad >6pisos

Figura 1: Caracterización de los casos de estudio.

Todas las plazas contienen en su estructura tres esquemas definidos: bosque, prado y centro en distintas proporciones. Se define al bosque como un área donde la vegetación predominante la constituyen los árboles de gran porte, cuyo solapamiento de copas genera áreas de sombra y huecos de tamaños variables. El prado se lo define como un área donde predominan las superficies de césped y vegetación herbácea perenne de escasa altura. La estructura de centro corresponde a un área donde predominan las superficies selladas, conformando un lugar de encuentro. (Ver figura 2).

Bosque	Prado	Centro
		

Figura 2: Caracterización de puntos de medición.

Campañas de monitoreo

Con el fin de analizar la influencia del diseño, y la materialidad de las “plazas” en su comportamiento térmico se desarrollaron mediciones fijas de temperatura y humedad del aire, y se determinó el factor de visión de cielo para caracterizar las condiciones radiativas de los puntos medidos. Se describen a continuación los criterios metodológicos seguidos en cada caso.

Mediciones fijas

A los efectos de monitorear el comportamiento térmico de las distintas estructuras verdes presentes en las plazas se desarrollaron mediciones fijas, durante la estación de verano, en diciembre 2012 y enero 2013, por un periodo de 40 días. Los datos se registraron cada 15 minutos con dataloggers del tipo H08-003-02 registrando datos de temperatura y humedad del aire bajo la siguiente configuración: cinco datalogger de referencia por espacio abierto siguiendo un eje direccionado en el

sentido norte-sur. El instrumental de medición fue colocado en el interior de una caja de material plástico, perforada en cuatro de sus caras, (Cantón et al., 2007) a una altura de dos metros (Oke, 2004). A modo de ejemplo se presenta la disposición espacial de los sensores, ubicados en la plaza Chile, y sus alrededores. (Ver figura 3)

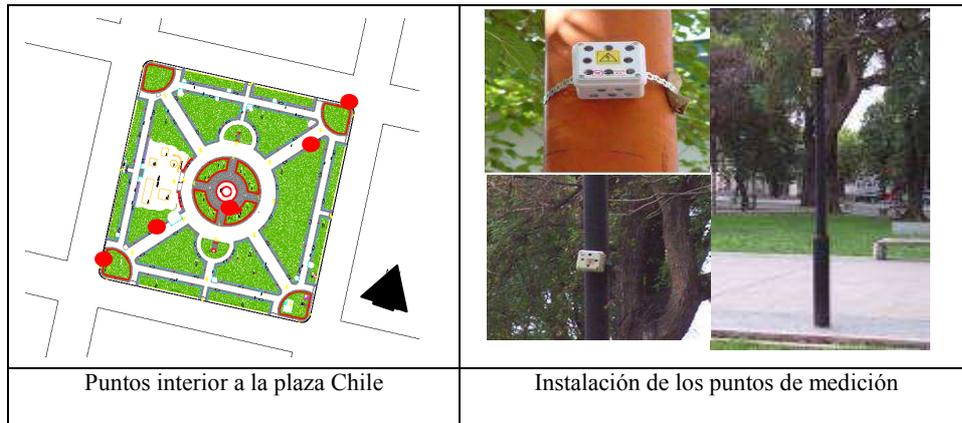


Figura 3: Localización e instalación de de sensores de medición

Factor de visión de cielo (SVF)

Se determinó el valor del factor de visión de cielo (SVF) y se proyectó la trayectoria solar sobre una imagen digital hemisférica tomada para cada uno de los puntos evaluados. Para determinar el SVF se utilizó el programa PIXEL DE CIELO desarrollado en DELPHI 5.0 (opera en entorno Windows). Esta herramienta permite obtener el valor del factor de visión de cielo para un determinado punto a partir de imágenes digitales hemisféricas en formato JPG. Las mismas son tomadas con una cámara digital Nikon CoolPix equipada con una lente de ojo de pez. (Correa et al., 2005). Para la toma de imágenes se montó la cámara sobre un trípode, en cada uno de los puntos de análisis (bosque, prado y centro) verificando que el lente esté apuntando hacia el cenit, permitiendo orientar la foto hacia el norte.

Los valores obtenidos son resultado de 6 pruebas realizadas por imagen, ajustando los rangos de delineación de colores presentes en el cielo, variando el valor del SVF (denominando bajo al color más oscuro del rango y alto al más claro) hasta llegar a la imagen que refleja con mayor precisión las condiciones reales de la imagen original, (Correa; 2006). (Ver figura 4).

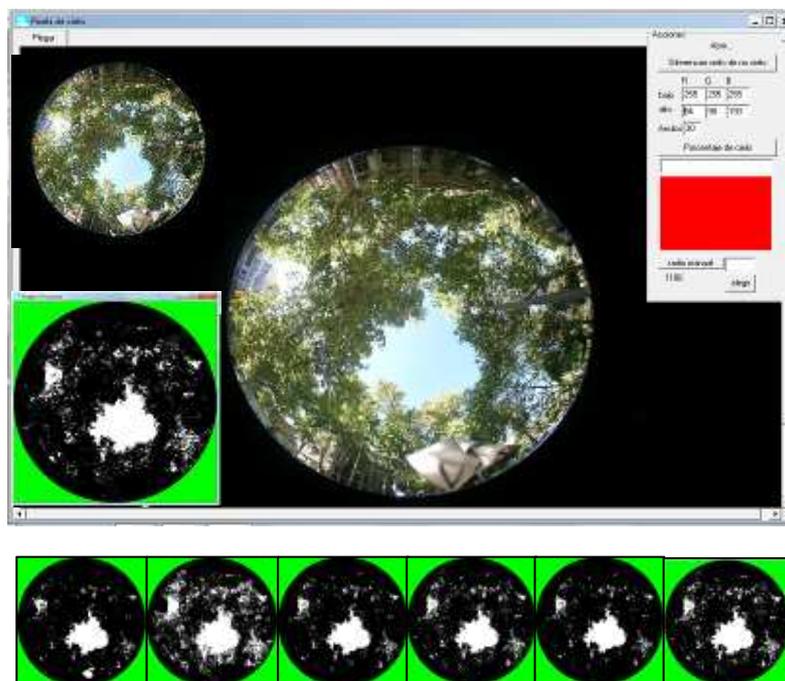


Figura 4: Proceso de determinación SVF, programa Pixel de cielo para el punto 1 Plaza San Martin.

RESULTADOS.

A los efectos de determinar las tendencias de comportamiento de las distintas estructuras presentes en los casos de estudio - bosque, prado y centro-, se evaluaron en forma conjunta el Factor de Visión de Cielo (SVF) y sus comportamientos térmicos. Los datos se analizaron para un día representativo de verano, tomando un ciclo completo desde las 20:00 PM del día 22 de diciembre a las 20:00PM del día 23 de diciembre. Para el análisis de las distintas estructuras presentes en las plazas se tomó como criterio de selección aquellos puntos que expresan con mayor claridad las características morfológicas de cada una de las estructuras.

Factor de visión de cielo (SVF)

Los valores obtenidos de factor de visión de cielo (SVF) son el resultado del procesamiento de fotos hemisféricas tomadas en cada una de las estructuras medidas. Sobre dichas imágenes se superpuso el recorrido solar a los efectos de determinar la distribución de sombras en el espacio.

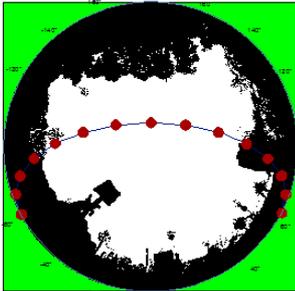
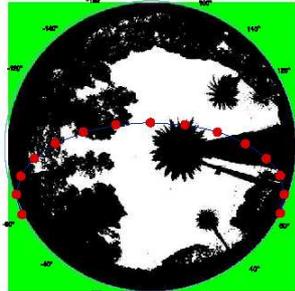
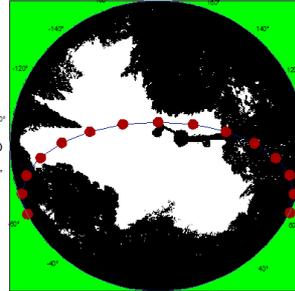
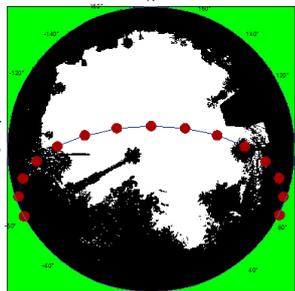
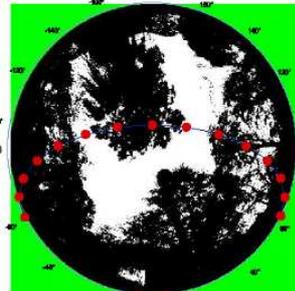
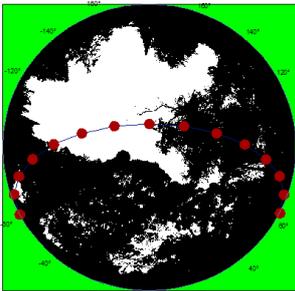
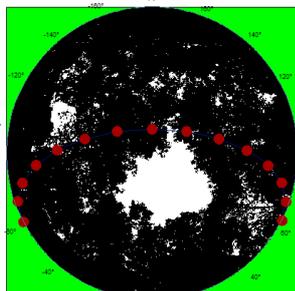
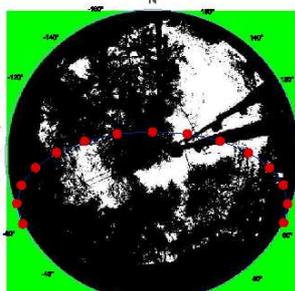
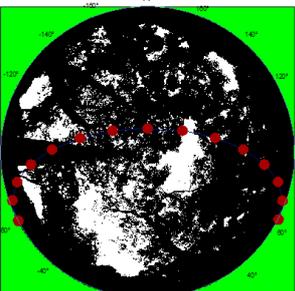
	San Martín	Chile	Manuel Belgrano
Centro			
SVF (%)	82	55	60
Prado			
SVF (%)	71	40	42
Bosque			
SVF (%)	21	26	24

Figura 5: Factor de visión de cielo y recorrido solar en las estructuras evaluadas.

Comportamiento térmico

La figura 6 muestra las curvas de temperatura del aire para las distintas estructuras evaluadas en las tres plazas. Se presentan a modo de tabla los valores de factor de visión de cielo, temperaturas máximas, mínimas y su variación de temperatura.

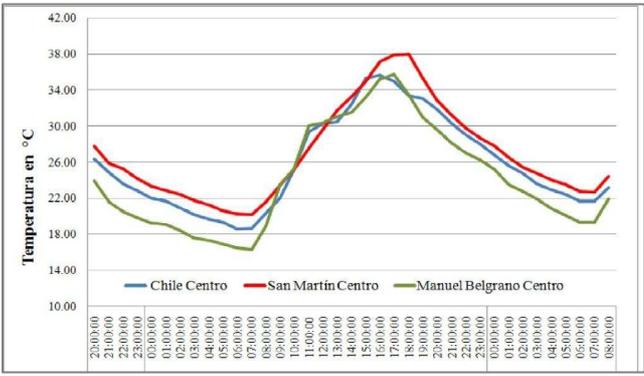
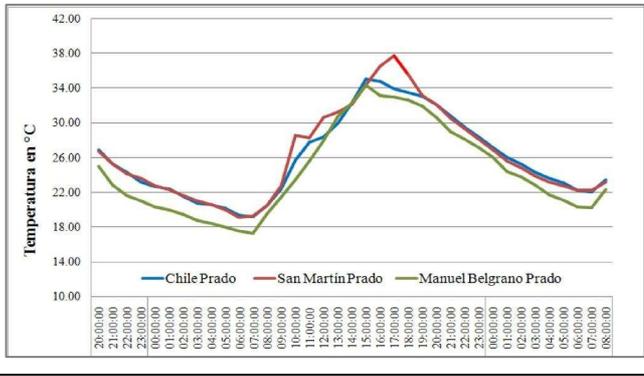
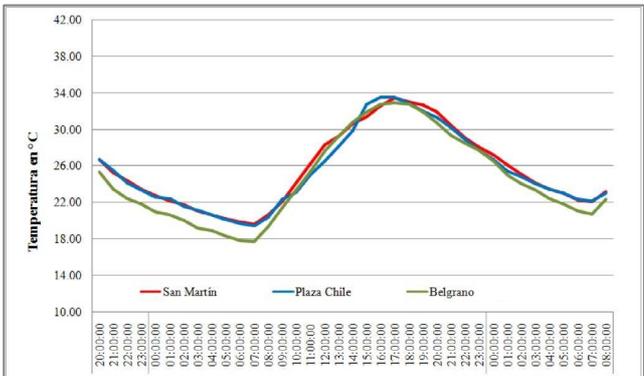
Comportamiento Térmico		San Martín	Chile	Manuel Belgrano	
Centro		Máximas (°C)	38	35.5	35.5
		Mínimas (°C)	20	18	16
		ΔT (°C)	18	17.5	19.5
		SVF (%)	82	55	60
Prado		Máximas (°C)	38	35	34.5
		Mínimas (°C)	19	19	17.5
		ΔT (°C)	19	16	17
		SVF	71	40	42
Bosque		Máximas (°C)	33.5	33.5	33
		Mínimas (°C)	19.5	19.5	18
		ΔT (°C)	14	14	15
		SVF (%)	21	26	24

Figura 6: Comportamiento térmico de las estructuras de centro, prado y bosque.

Análisis de las estructuras presentes en las plazas.

Estructura de centro.

En términos generales, la curva del comportamiento térmico de la estructura de centro de la plaza San Martín muestra las temperaturas máximas y mínimas más elevadas (38°C – 20°C), la plaza Manuel Belgrano temperaturas más bajas (35.5°C-16°C) y la plaza Chile una condición intermedia (35.5°C- 18.5°C).

Las mayores temperaturas de la plaza San Martín son el resultado del efecto combinado de la visión de bóveda celeste (SVF= 82%), la exposición solar del espacio en las horas centrales del día en coincidencia con la mayor intensidad de la radiación solar y el predominio de las superficies selladas que conforman el espacio de encuentro. En el caso de la plaza Manuel Belgrano las menores temperaturas se deben a que, si bien la exposición solar es semejante, el espacio presenta una menor visión de bóveda celeste (SVF=60%) y condiciones materiales donde domina el carácter verde del espacio.

La estructura de centro que más se enfría corresponde a la plaza Manuel Belgrano mostrando una diferencia de temperatura de 19.5°C. Esto responde a una combinación más eficiente entre el acceso a la fuente de enfriamiento y la menor cantidad de calor acumulado. En el caso de la plaza San Martín dicha diferencia es de 18°C debido a que si bien la visión de bóveda celeste es mayor, su capacidad de enfriar es más limitada dada la condición másica del ámbito. La estructura de centro que menos enfría corresponde a la plaza Chile con una diferencia de temperatura de 17.5°C. Esto se debe a que si bien su materialidad es semejante a la plaza San Martín muestra un mayor acceso a la fuente de enfriamiento radiante (centro Plaza Chile SVF =55%, centro Plaza San Martín SVF =82%).

La condición térmica de la estructura de centro a escala – plaza– depende de la configuración de su entorno inmediato y de su materialidad. De su entorno porque la altura de la vegetación determina la visión de bóveda celeste y la distribución de la misma en relación al recorrido solar define el asoleamiento del espacio. Y de la materialidad del ámbito que está asociada al diseño del espacio en sí mismo. El efecto combinado de estas tres variables – SVF, distribución de la vegetación, materialidad – determina un rango de variación de las temperaturas máximas de 2.5°C y de las temperaturas mínimas de 4°C.

Estructura de prado.

Las estructuras de prado correspondientes a las 3 plazas en estudio muestran un patrón de comportamiento semejante a las estructuras de centro en torno a las temperaturas máximas: la plaza San Martín presenta las temperaturas más elevadas (38°C), la plaza Chile condiciones térmicas intermedias (35°C) y la plaza Manuel Belgrano las temperaturas más bajas (34, 5°C). Estas respuestas térmicas se deben al mayor factor de visión de bóveda celeste del prado de la plaza San Martín y su mayor exposición solar debido al esquema de distribución de borde de la vegetación.

Las temperaturas mínimas muestran valores semejantes en el caso de la plaza San Martín y Chile del orden de los 19°C. Si bien ambas estructuras alcanzan la misma temperatura, la plaza San Martín tiene una mayor capacidad de enfriamiento debido a un mayor acceso a la fuente de enfriamiento –cielo–.(estructura de prado Plaza San Martín SVF= 71%, $\Delta T = 19^\circ\text{C}$; estructura de prado plaza Chile SVF= 40%, $\Delta T = 16^\circ\text{C}$). La estructura de prado de la plaza Manuel Belgrano alcanza las temperaturas más bajas (17.5°C) siendo su capacidad de enfriamiento semejante a la plaza Chile debido a la similitud del factor de visión de cielo en ambas estructuras (estructura de prado plaza Manuel Belgrano SVF=42% $\Delta T = 17^\circ\text{C}$).

De las tres configuraciones de prado evaluadas, el prado correspondiente a la plaza San Martín muestra con mayor claridad el patrón de comportamiento de una estructura verde del tipo abierto: máximas temperaturas y amplitud térmica. En el caso de la plaza Chile y Belgrano el comportamiento de la estructura está influenciada por su entorno mediato que define condiciones de prados de carácter más cerrado, es decir espacios más sombríos durante el día y con menor capacidad de enfriamiento nocturno. Esta condición determina que las temperaturas máximas sean más bajas y la amplitud térmica sea menor.

Estructura de bosque.

El comportamiento térmico de las estructuras de bosque correspondiente a las tres plazas en estudio muestra temperaturas máximas del orden de los 33°C para los tres casos. Esto se debe a que los porcentajes de visión de bóveda celeste son bajos y similares por lo tanto los espacios tienen fuertemente atenuado el acceso al sol (Estructura de bosque plaza San Martín SVF=21%, estructura de bosque plaza Chile SVF=26%, estructura de bosque plaza Manuel Belgrano SVF=24%). En cuanto a las temperaturas mínimas la plaza Manuel Belgrano presenta las temperaturas más bajas (18°C) y las plazas San Martín y Chile temperaturas similares (19,5°C).

La estructura de bosque de la plaza Manuel Belgrano enfría 15°C mientras que las dos restantes - plaza San Martín y plaza Chile - presentan diferencias de temperatura similares entre sí de 14°C.

Los comportamientos descriptos muestran respecto a las horas del día (periodo de calentamiento), condiciones térmicas semejantes que dependen de la estructura del bosque en sí misma. Esto es: predominio de árboles de gran porte - primera magnitud - y cuyo solapamiento de copas genera importantes áreas de sombra. Respecto al enfriamiento (durante la noche) el comportamiento térmico parecería depender de la relación verde/ sellado en el cual se inserta la estructura analizada. Por ejemplo la estructura de bosque más fresca se encuentra en la plaza Manuel Belgrano que presenta una relación verde / sellado de 7,25:1 mientras que en las dos restantes esta relación es cercana a 1:1. Esta respuesta fortalece la idea de la importancia de la concepción verde de la plaza para potenciar su enfriamiento nocturno y sus beneficios ambientales respecto al refrescamiento de la ciudad.

CONCLUSIONES.

Los resultados indican que existen dos características que regulan las condiciones térmicas de los espacios abiertos. La primera se observa a escala diseño de la plaza donde el mejor comportamiento térmico está asociado por la relación superficie de espacios verdes, superficie de espacios sellada, siendo más benéfica la que presenta mayor superficie de espacios verdes. La segunda característica de mayor impacto en las condiciones térmicas de la plaza se relaciona con el tipo de estructura vegetal o material que definen el diseño de la plaza. El comportamiento térmico de dicha estructura está influenciado por su bóveda celeste y su condición material.

Durante el día (periodo de calentamiento) la estructura más eficiente es el bosque ya que presenta las temperaturas más bajas, esto se debe a las copas y su solapamiento que genera áreas de sombra, esta condición mejora la habitabilidad del espacio. Durante la noche esta estructura no es propicia para el enfriamiento pues al ser una configuración cerrada debilita el enfriamiento radiativo del espacio, fenómeno de gran importancia para el refrescamiento en zonas áridas con días claros preponderantes y baja intensidad y frecuencia de vientos.

Es por esto que durante la noche (periodo de enfriamiento) las estructuras que presentan temperaturas más bajas son aquellas que tienen un mayor SVF combinado con una materialidad que absorba y acumule poca energía durante el día; tal es el caso de la estructura de prado. Esto también ocurre en ciertas estructuras de centro donde se continúa con una mayor apertura de bóveda y el área sellada se encuentra sombreada, lo que disminuye la acumulación de calor durante el día. Esto sucede para el caso de la estructura de centro correspondiente a la plaza Manuel Belgrano.

En términos de diseño y teniendo en cuenta los comportamientos mencionados anteriormente para cada una de las estructuras analizadas; una plaza eficiente térmicamente tiene que considerar:

- Concentrar las áreas selladas destinadas a espacios de reunión y circulaciones para proporcionar sombras sobre ellas y de esta forma hacer confortables los espacios de uso.
- Con este objetivo sería bueno manejar la geometría del espacio y la disposición de la vegetación de modo de bloquear el recorrido solar.
- Generar aéreas con espacios abiertos verdes (prados), para propiciar el refrescamiento nocturno durante el verano, y de este modo contribuir a mitigar los efectos de isla de calor urbana.
- Controlando con los bosques las temperaturas máximas durante el día y permitiendo con los prados el refrescamiento nocturno.

Respecto a la situación actual de las plazas de Mendoza el esquema tradicional que presenta en su mayoría una distribución simétrica de los espacios, con grandes áreas selladas sin sombra y donde la disposición equitativa de la materialidad, la vegetación están distribuidas sin cuidar su relación con la exposición solar, atenúan los beneficios del espacio desde el punto de vista térmico. Tanto en lo que refiere a la habitabilidad del mismo como sus beneficios sobre el enfriamiento de la ciudad.

Es por ello que si bien las plazas cumplen funciones ambientales imprescindibles para ciudades en clima árido; hay que poner especial consideración en las distintas variables que determinan su diseño, de modo de garantizar los beneficios del espacio.

REFERENCIAS

- Akbari, H.; Davis, S.; Dorsano, S.; Huang, J.; Winnett, S (1992). *Cooling our Communities: a Guidebook on Tree Planting and Light-Colored Surfaces*.
- Bernatzky A. (1982) The contribution of trees and green spaces to a town climate. *Energy and Buildings* Vol. 5. 1–10
- Bochaca F (2005) El verde en la estructura urbana de Mendoza *ARQ* Vol. 60 *Arquitectura de infraestructura* pp.68 - 71.
- Cantón M. A.; Fernández J.; (2007) Comportamiento térmico de verano de diferentes configuraciones de sombra en patios urbanos emplazados en climas áridos. *Validación del método y Estudio de casos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol.11 pp. 01.89 -01.95.
- Correa E.; Pattini A.; Córca M.; Fornés M.; Lesino, G. (2005). Evaluación del factor de visión del cielo a partir del procesamiento digital de imágenes hemisféricas. *Influencia de la configuración del cañon urbano en la disponibilidad del recurso solar. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 9 pp. 05.85-05.90.
- Correa, E. N. (2006). Tesis Doctoral. *Isla de Calor Urbana. El Caso del Área Metropolitana de Mendoza*. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Exactas.
- Gaitani N.; Michalakakou G.; Santamouris, M. (2007). On the use of bioclimatic architecture principles in order to improve thermal comfort conditions in outdoor spaces. *Building and Environment*, 42(1), 317–324.
- Heisler G.M. (1986) Energy savings with trees. *J. Arboric.* 12(5):113-125.
- Julia, E., Santamouris, M., & Dimoudi, A. (2009). Monitoring the effect of urban green areas on the heat island in Athens. *Environmental Monitoring and Assessment*, 156(1–4), 275–292.
- Mihalakakou, P., Santamouris, M., Asimakopoulos, D., & Papanikolaou, N. (1994). Impact of ground cover on the efficiencies of Earth-to-air heat exchangers. *Journal of Applied Energy*, 48, 19–32.
- Oke, T. R.; Johnson D. G.; Steyn, D. G.; Watson, I. D. (1991). Simulation of surface urban heat island under 'ideal' conditions at night – Part 2: Diagnosis and causation. *Boundary-Layer Meteorology*, 56(4), 339–358.
- Oke, T.R., (2004). *Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites*. IOM Report, TD In Press, World Meteorological Organization, Geneva.
- Ponte, J.R (1987 - Ed. 2008.) *Mendoza Aquella Ciudad de Barro* edición corregida, mejorada y actualizada. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina.
- Santamouris, M.. (2001). *Energy and Climate in the Urban Built Environment*. James and James Science.
- Sorensen M.; Barzetti V.; Keipi K.; Williams J. (1996). *Documento de buenas prácticas*. Washington, D.C, No. ENV 109.

ABSTRACT

This paper evaluates the consequences of design trends that have suffered the Mendoza city's squares in recent decades and the influence of these design decisions on its thermal behavior. Within each square were evaluated different structures green and sealed (meadow, forest, center sealing). The spaces were monitored during summer 2012-2013. The results show the thermal behavior of the evaluated structures depends largely on his condition access to the sun and its view of sky. During the day (heating period) the structure that blocks solar radiation is the most efficient and improves habitability of the space. Around the night (cooling period) the more open structure, in which green areas are predominant, results the most efficient one. Finally, is observed that current design pattern weakens the environmental benefits of the squares inserted in arid cities.

Keywords: squares, Morphological structures, Thermal behavior.