

Impacto ambiental de diferentes configuraciones de plazas urbanas en contextos semiáridos. El caso de Mendoza, Argentina.

Susana Stocco⁽¹⁾, M. Alicia Cantón⁽²⁾, Érica N. Correa⁽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
(1)E-mail: sstocco@mendoza-conicet.gob.ar
(2)E-mail: macanton@mendoza-conicet.gob.ar
(3)E-mail: ecorrea@mendoza-conicet.gob.ar

Resumen

El presente trabajo evalúa el impacto de diferentes configuraciones de plazas urbanas en las condiciones térmicas del espacio propiamente dicho y sus entornos mediatos. Para ello se han seleccionado tres casos de estudio con distintas características formales, como materiales y distribución de la cobertura vegetal. Se han desarrollado mediciones de temperatura de aire mediante el uso de sensores tipo H08-003-02, para un periodo de 40 días correspondiente a la estación verano 2012. Los resultados obtenidos muestran que la materialidad del ámbito y su estructura espacial es la variable de mayor impacto en el comportamiento térmico del espacio propiamente dicho. Esta tendencia de comportamiento indicaría la necesidad de revisar las pautas de diseño con las cuales se remodelan las plazas de modo de recuperar la condición verde de las mismas. Revertir este proceso implica retomar la estrategia del enverdecimiento urbano para mejorar la calidad ambiental del espacio.

Palabras clave: *Plazas, Diseño, Comportamiento térmico.*

Abstract

This paper evaluates the impact of different configurations of urban squares in the thermal conditions of open space itself and its surroundings. To do this we have selected three case studies with different formal characteristics, in terms of materials and distribution of vegetation cover. Air temperature measurements were made by sensors type H08-003-02 during 40 days in the summer season 2012. The results obtained show that the materiality of the field and its spatial structure is the variable of greatest impact on the thermal conditions of space itself. This trend of behavior indicates the need to revise design patterns which are used to renovate squares in order to recover the green condition thereof. Reversing this process involves retake urban greening strategy to improve the environmental quality of space condition.

Keywords: Squares, Design, Thermal behavior.

1. Introducción

La sostenibilidad ambiental como paradigma de desarrollo plantea controlar el deterioro del medio urbano a partir de la consideración de un conjunto de principios. Entre ellos, el enverdecimiento urbano como estrategia de mitigación de la artificialización del medio natural y mejora de las condiciones ambientales (ROSENFELD et al, 1998;

SANTAMOURIS, 2001) y de habitabilidad del espacio urbano-edilicio (JABAREEN, 2006).

Los efectos de esta estrategia en el acondicionamiento térmico de las ciudades dependen de la cantidad de espacios verdes como así también de su distribución, diseño y materialidad. En términos de cantidad, la Organización Mundial de la Salud recomienda una dotación vegetal del 25% de la superficie urbanizada (PANASITI et al, 2000).

En el caso particular de Mendoza - Argentina, ciudad inserta en una zona árida, se caracteriza por la fuerte presencia de espacios verdes vegetados. Su estructura urbana espacial es el resultado de la superposición de tres tramas: una retícula como definición espacial y soporte físico del conjunto, conformada por manzanas cuadradas o rectangulares con calles y veredas anchas de 16m, 20m y 30m. La segunda trama compuesta por una volumetría arquitectónica articulada mediante patios. La edilicia presenta máxima concentración en el centro de la ciudad y se diluye hacia la periferia. Por último, una red verde formada por distintas estructuras, tales como arbolado de alineación en calles, plazas y parques. La importancia de esta red verde se sustenta en la presencia de 619.000 ejemplares en el área metropolitana de Mendoza y una relación de 1:4 hectáreas verdes / urbanizadas (MARTÍNEZ et al, 2009), dando lugar a un modelo urbano reconocido internacionalmente como ciudad oasis (BORMIDA, 1984) (Ver Figura 1)

Figura 1: Mendoza, Argentina: Espacios verdes



Sin embargo el modelo se ha debilitado en el tiempo debido al proceso de crecimiento urbano. En sus inicios la ciudad fue planificada articulando de manera equilibrada áreas verdes y construidas mediante la inserción de plazas distribuidas de forma equidistante. En la actualidad este esquema no ha tenido continuidad en lo referido a la relación manzanas construidas-vacías destinadas a plazas, incrementando los espacios construidos y disminuyendo los verdes. Esta condición se refleja en los porcentajes de crecimiento de las urbanizaciones en la última década (16%) respecto a las áreas verdes (1%) (INFORME PROVINCIA-COMUNIDAD EUROPEA, 2006).

Sumado a este fenómeno, se adicionan otras razones tales como, la mayor densificación de la edilicia resultante del incremento de los factores de ocupación de terreno y de suelo (FOS-FOT), y el crecimiento de las construcciones hacia el fondo de los lotes individuales, que anulan el pulmón verde que ofrece el centro de manzana.

Por otra parte los espacios verdes han sufrido transformaciones derivadas del proceso de modernización de los mismos. En el caso de las plazas responden a nuevas pautas de diseño y materialización tendiendo a la incorporación de grandes áreas duras con materiales diversos: cemento, adoquines, revestimientos calcáreos, etc. Esta situación ha alterado la condición natural de los espacios abiertos, creando grandes superficies acumuladoras de calor en perjuicio de la capacidad amortiguadora de la severidad del clima local.

El presente trabajo tiene por objeto evaluar los efectos de la forma, el diseño y la materialidad de las plazas en las condiciones térmicas del espacio abierto en sí mismo y su influencia en la calidad energético-ambiental del entorno mediato. El objetivo final es proponer pautas de diseño eficientes para la rehabilitación de los espacios existentes y la configuración de nuevos espacios abiertos que maximicen los beneficios ambientales de las plazas y su función respecto del funcionamiento de la trama urbana consolidada.

2. Metodología

2.1 Casos de estudio

Las condiciones térmicas de las plazas han sido evaluadas en tres casos de estudio cuya caracterización en términos de Contexto de inserción, Forma, Organización interna, Superficie y Materialidad se presentan en la figura 2.a. A modo ilustrativo se muestran en la figura 2.b imágenes de los espacios más representativos de los 3 casos de estudio.

Figura 2.a: Caracterización formal y material de los casos de estudio

Caso 1	Plaza Chile	
Contexto de inserción	Alta densidad	
Forma	Cuadrada	
Organización interna	Núcleo central predominantemente semi-sellado, con la presencia de una fuente principal. Alrededor se sitúan los espacios verdes. Los espacios están agrupados con referencia a un sistema radial.	
Superficie	11.995,28 m ²	
Materialidad	Verde : 48.27% - Sellado: 45.63% - Agua 0.65% - Pisos ladrillo molido: 5.44%	
Caso 2	Plaza San Martín	
Contexto de inserción	Alta densidad	
Forma	Cuadrada	
Organización interna	Núcleo central predominantemente sellado alrededor del que se sitúan los espacios verdes. Los espacios están agrupados con referencia a un sistema radial.	
Superficie	11.699,80 m ²	
Materialidad	Verde : 42.50% - Sellado: 57.25% - Agua 0.22%	
Caso 3	Plaza Manuel Belgrano	
Contexto de inserción	Baja densidad	
Forma	Triangular	
Organización interna	Núcleo principal sellado, desfasado del centro. Los espacios verdes están agrupados en relación a un sistema de líneas que acompañan la forma triangular.	
Superficie	7.358,51 m ²	
Materialidad	Verde : 54.70% - Sellado: 32.47% - Pisos ladrillo molido: 12.82%	

Figura 2.b Espacios representativos de los casos de estudio.

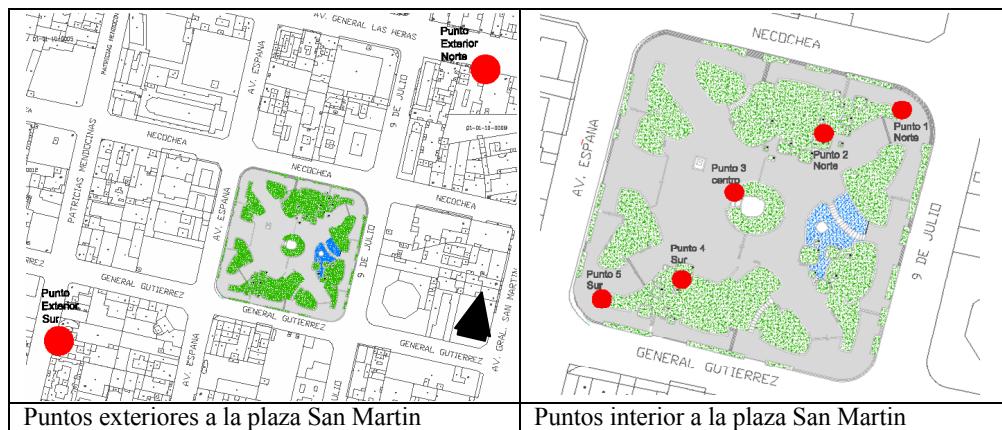


El caso 1 y 2 son similares en cuanto a su contexto de inserción, su forma y superficie. El caso 3 se considera un caso atípico debido a que presenta forma triangular y dimensiones menores. En cuanto a la materialidad, el caso 1 presenta proporciones semejantes de superficies permeables y selladas. En el caso 2 se incrementan las superficies selladas en 57,25% y en el caso 3 dichas superficies son del orden del 12,82%. Respecto a la organización interna los casos 1 y 2 presentan un diseño simétrico en relación a dos ejes orientados en el sentido N-E, S-O y N-O, S-E. El caso 3 sólo muestra un eje de simetría en sentido E- O.

2.2 Método de medición

A los efectos de determinar las diferencias de comportamiento térmico de las distintas estructuras verdes de las plazas se han desarrollado mediciones de temperatura del aire y humedad, en la estación verano, 2012 durante un período de 40 días. Los datos se registraron cada 15 minutos bajo la siguiente configuración: cinco datalogger del tipo HOBO RH por espacio abierto y 2 datalogger de referencia en el espacio público de la calle en un eje direccional en el sentido norte-sur. Los sensores localizados en el interior de la plaza se corresponden con las distintas estructuras presentes en el espacio abierto: bosque, prado y centro sellado. El instrumental de medición fue colocado en el interior de una caja de material plástico, perforada en cuatro de sus caras (CANTON et al, 2007) y a una altura de dos metros (OKE, 2004). A modo de ejemplo se presentan las imágenes correspondientes a los sensores ubicados en la plaza San Marín y sus alrededores (Figura 3).

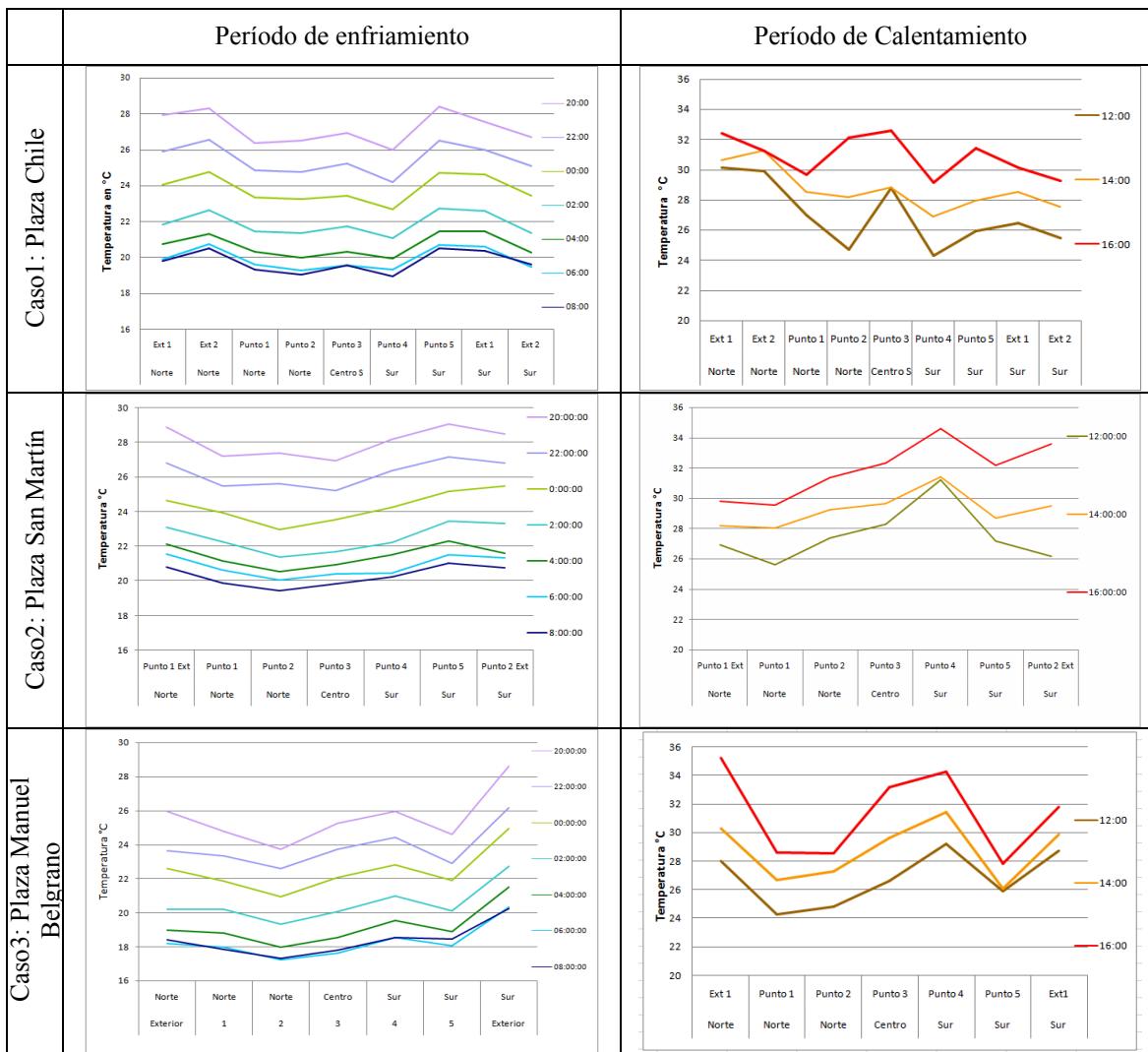
Figura 3: Localización de sensores de medición



3. Comportamiento térmico

Los datos obtenidos se han analizado para dos períodos durante el día: el período de enfriamiento, comprendido entre las 20:00 y las 8:00 horas; y el período de calentamiento comprendido entre las 10:00 y las 18:00 horas. Se excluyen de este análisis los datos obtenidos para las 10:00 y las 18:00 horas dado que se trata de horas de transición entre ambos períodos y muestran un comportamiento heterogéneo.

Figura 4: Curvas de temperatura de los casos de estudio



3.1 Período de enfriamiento

Caso 1 Plaza Chile: Se observa una tendencia de enfriamiento progresivo que responde a un mismo patrón de comportamiento en las distintas horas medidas para todos los puntos. Para los períodos de enfriamiento comprendidos entre las 20:00 y 22:00 horas, las 22:00 y las 00:00 horas y las 00:00 y 02:00 horas se registran diferencias de aproximadamente 2°C para cada punto y cada período. Esta diferencia disminuye progresivamente para los períodos comprendidos entre las 2:00 y las 4:00 horas, las 4:00 y las 6:00 horas de la

mañana alcanzando valores del orden de 1.5°C a 1°C para cada punto dentro de los intervalos mencionados. Esta tendencia de enfriamiento progresivo que muestra un enfriamiento mayor en las primeras horas y disminuye hacia las últimas horas, se debe a que la diferencia entre la temperatura superficial y las fuentes de enfriamiento (aire y cielo) son mayores al principio del período incrementando las velocidades de transferencia convectiva y radiativa (Ver figura 4).

Para cada curva horaria que se representa en el gráfico; el punto 4, cuya estructura responde al prado ubicado al sur, es el que más enfriá mostrando un valor máximo de 26°C y un mínimo de 19°C durante el período de enfriamiento -7°C de enfriamiento -. El punto 5, correspondiente a una estructura verde y boscosa localizada al sur de la plaza, es el punto que menos enfriá, con valores máximos de 28.4°C y mínimos de 20.5°C – 8°C de enfriamiento-.

La estructura dentro de la plaza que se encuentra más fresca (prado sur) alcanza diferencias respecto al punto más caliente de los alrededores del orden de 2.3°C a 0.7°C para el período comprendido entre las 20:00 y las 8:00 horas, es decir esta configuración de la plaza siempre se halla más fresca que los alrededores, durante el enfriamiento. La estructura que menos enfriá dentro la plaza (bosque sur) no presenta diferencias respecto al punto más caliente de los alrededores a las 20:00 horas y las 8:00 horas, con excepción de las 2:00 horas donde las diferencias pueden llegar a 1°C. Es decir que en todo el período esta configuración de la plaza se halla a igual temperatura que sus alrededores en la ciudad (Ver tabla 1).

Caso 2 Plaza San Martín: Durante el período de enfriamiento se observa la misma tendencia que para el caso 1. Es decir un enfriamiento progresivo que alcanza diferencias de temperatura de aproximadamente 2°C entre las 20:00 y 02:00 horas para cada punto y cada período comprendido entre esas horas. Y nuevamente estas diferencias disminuyen progresivamente entre las 2:00 y las 6:00 de la mañana oscilando entre 1°C y 0,5°C para cada uno de los puntos y los intervalos comprendidos durante ese período. Las razones que justifican este comportamiento son las mismas explicadas en el caso 1 -Plaza Chile- (Ver figura 4).

El punto 3, interior a la plaza, que responde a la estructura del área central y másica, es el que presenta menor temperatura al comienzo del período de enfriamiento entre las 20:00 y las 22:00 horas con temperaturas aproximadas de 27°C a 25.5°C, mientras que a partir de las 2:00 horas hasta el final del período de enfriamiento la estructura que más enfriá es el prado norte (punto 2) con temperaturas de 21.4°C a 19.3°C -8°C de enfriamiento-. El punto 5, correspondiente a una estructura verde de bosque ubicado al sur de la plaza, es el que presenta mayores temperaturas durante el período de enfriamiento, con valores que oscilan entre los 29.1°C a los 21.0°C -8°C de enfriamiento-.

Respecto de sus alrededores el punto más fresco dentro de la plaza presenta diferencias de 2°C a 1.5°C, permaneciendo esta estructura de la plaza siempre más fresca que su entorno. Para el caso de la estructura que se halla a mayor temperatura dentro de la plaza (bosque sur) en relación con las temperaturas exteriores no se observan diferencias de temperatura, encontrándose esta configuración equiparada con su entorno (Ver tabla 1).

Caso 3 Plaza Manuel Belgrano: Para las horas de enfriamiento comprendidas entre las 20:00 y 00:00 horas se registran diferencias de aproximadamente 1.5°C para cada punto y cada intervalo dentro del período considerado. Esta diferencia aumenta a 2.0°C entre las 00:00 y las 2:00 horas y disminuye nuevamente a 1.5°C entre las 2:00 y las 4:00 horas, para el intervalo siguiente esta diferencia desciende a 1°C (Ver figura 4).

Para cada curva horaria que grafica la condición de la plaza y sus alrededores, se observa que el punto más fresco es el punto 2, cuya estructura corresponde al área verde de prado ubicado al norte, con temperaturas que oscilan entre los 23.7°C a los 17.3°C durante el período de enfriamiento -enfría aproximadamente 6.5°C-. El punto 4, cuya estructura corresponde al área verde de prado ubicado al sur, es el que presenta mayores temperaturas con valores que van desde los 26°C a 18.5°C -enfría aproximadamente 7.5°C-. El punto más frío dentro de la plaza (prado norte) presenta diferencias que van desde los 5°C a 3°C respecto a sus alrededores. El punto interior a la plaza que se encuentra a mayor temperatura durante el período considerado (prado sur) presenta diferencias de 2.7°C a 1.7°C con respecto al entorno. Es decir que para este caso evaluado, cualquier estructura dentro de la plaza siempre se encuentra más fresca que su entorno (Ver tabla 1).

Tabla 1: Distribución de temperaturas durante el período de enfriamiento en los casos de estudio.

Plaza	Hora	Entorno N	Entorno S	Bosque N	Bosque S	Centro	Prado N	Prado S
Chile	20:00	28.3	27.6	26.4	28.4	27.0	26.5	26.0
San Martín		28.9	28.5	27.2	29.1	26.9	27.4	28.2
Manuel Belgrano		26.0	28.6	24.8	24.6	25.3	23.7	26.0
Chile	02:00	21.8	21.4	21.5	22.8	21.7	21.4	21.1
San Martín		23.1	23.3	22.3	23.5	21.7	21.4	22.2
Manuel Belgrano		20.2	22.7	20.2	20.1	20.0	19.3	21.0
Chile	08:00	20.5	20.4	19.3	20.5	19.6	19.0	19.0
San Martín		20.8	20.8	19.9	21.0	19.8	19.3	21.0
Manuel Belgrano		18.4	20.2	17.9	18.4	17.8	17.3	18.5

3.2 Período de calentamiento

En general, las curvas que representan los distintos patrones de comportamiento de las configuraciones espaciales evaluadas en las plazas siguen el comportamiento del entorno urbano próximo en el cual están emplazadas. Por ejemplo, puede verse que para el caso de la plaza Chile el entorno norte se encuentra más caliente que el entorno sur. En consecuencia la tendencia de la curva de la plaza tiende a mostrar las mayores temperaturas desplazadas hacia el norte, si bien, las máximas temperaturas se posicionan en el centro de la plaza en el período comprendido entre las 12:00 y las 16:00 horas. En contraposición, en el caso de la plaza San Martín el entorno sur generalmente se encuentra a mayor temperatura que el norte y por lo tanto, la curva de la plaza se desplaza hacia esa orientación. Las temperaturas máximas se concentran en la estructura de prado localizado hacia el sur en el mismo período. De modo particular, la plaza Manuel Belgrano en la cual la temperatura de sus entornos norte y sur se encuentran equilibradas, se observa que la curva que representa el comportamiento de la plaza es semejante en los bordes y crece hacia el interior de la misma alcanzando sus mayores temperaturas en la configuración de prado localizado hacia el sur entre las 12:00 y 14:00 horas (Figura 4).

Caso 1 Plaza Chile: Dentro de la plaza el centro es el punto más caliente de todas las estructuras evaluadas entre las 12:00 y las 16:00 horas con valores comprendidos entre 28.8°C y 32.6°C -4°C de incremento-. El prado localizado al sur es el punto más fresco con temperaturas que oscilan entre los 24.3°C y los 29,1°C -5°C de incremento-. La plaza siempre está más fresca que sus alrededores. El punto más caliente de la plaza (centro) presenta una diferencia máxima aproximada de 2.5 °C respecto de su entorno la cual

decrece y se equipara con la exterior a las 16 horas. El punto más fresco (prado sur) alcanza diferencias de 6°C a 3.5°C entre las 12:00 y las 16:00 horas (Ver tabla 2).

Caso 2 Plaza San Martín: El punto más caliente de la plaza es el correspondiente a la estructura del prado sur, con valores comprendidos entre los 31,2°C y 34.6°C -3,5°C de incremento-. El punto localizado en el bosque norte es el más fresco, sus temperaturas oscilan entre 25.6°C y los 29.6°C -4°C de incremento-. El punto que se encuentra más caliente en la plaza, el prado sur, muestra diferencias positivas respecto al exterior de 4.5°C y 2.00°C entre las 12:00 y las 14:00 horas (siendo esta configuración de la plaza más caliente que el entorno) y a partir de las 16:00 horas se invierte esta situación y se halla 1°C más fresca que el entorno. Para el caso del punto más fresco, el bosque norte, siempre se encuentra más fresco que sus alrededores con diferencias que varían de 4°C a 0.5°C, entre las 12:00 y las 16:00 horas (Ver tabla 2).

Caso 3 Plaza Manuel Belgrano: Al igual que en la plaza San Martín el punto más caliente, se encuentra en el prado sur con valores de temperatura entre 29.2°C a 34.3°C -5°C de incremento-. El punto más fresco para las 12:00 horas se encuentra en el bosque norte con una temperatura 24.3°C y para las 14:00 y las 16:00 horas se ubican en el bosque sur con valores entre los 26.1°C y 27.8°C -2°C de incremento-. El punto más caliente de la plaza (prado sur) presenta una diferencia máxima de 1°C respecto de su entorno siendo entre las 12:00 y 14:00 horas la plaza levemente más caliente que su entorno, a diferencia de las 16 horas donde la plaza se encuentra 1°C más fresca. El punto más fresco (bosque norte) alcanza diferencias de 7°C a 4°C entre las 12:00 y las 16:00 horas estando siempre la plaza más fresca que los alrededores (Ver tabla 2).

Tabla 2: Distribución de temperaturas durante el período de calentamiento en los casos de estudio.

Plaza	Hora	Entorno N	Entorno S	Bosque N	Bosque S	Centro	Prado N	Prado S
Chile	12:00	30.1	26.4	27.0	25.9	28.8	24.7	24.3
San Martín		26.9	26.1	25.6	27.2	28.3	27.2	31.2
Manuel Belgrano		28.0	28.1	24.3	25.9	26.6	24.8	29.2
Chile	14:00	31.3	28.6	28.5	27.9	28.8	28.2	26.9
San Martín		28.2	29.5	28.0	28.7	29.6	29.2	31.4
Manuel Belgrano		30.3	26.7	26.7	26.1	29.6	27.2	31.4
Chile	16:00	32.4	30.1	29.6	31.4	32.6	32.1	29.1
San Martín		29.8	33.6	29.6	32.2	32.3	31.4	34.6
Manuel Belgrano		35.2	31.8	28.6	27.8	33.2	28.5	34.3

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran el rol de las plazas en la regulación de las condiciones térmicas del espacio abierto. Sin embargo, sus efectos dependen del diseño y materialidad de las mismas.

En el período de enfriamiento la plaza que más enfriá es aquella que muestra una mayor relación de áreas verdes respecto a las superficies selladas. En el caso de la Plaza Manuel Belgrano, en donde dicha relación es de 7,25:1, alcanza diferencias de temperatura máximas del orden de los 5 °C. Estas diferencias disminuyen a 2,3°C para una relación de verde-sellado de 1,35:1 -Plaza Chile- y a 2°C para una relación de 0,74:1 -Plaza San Martín-. En el caso de la Plaza Manuel Belgrano las diferentes estructuras evaluadas siempre están más frescas que su entorno, presentando la estructura más desfavorable diferencias del orden de 2.7°C mientras que en la plaza Chile y San Martín algunas

estructuras presentan condiciones similares al entorno. Estos resultados ponen de manifiesto la relevancia de la condición verde de la plaza en relación a su eficiencia como regulador del microclima urbano.

En el período de calentamiento el punto más frío respecto a su entorno tiene diferencias de 7 °C para la plaza M. Belgrano, 6 °C en la plaza Chile y 4 °C en la plaza San Martín. El punto más caliente alcanza temperaturas inferiores a su entorno del orden de 1°C en la plaza M. Belgrano y 2.5°C en la plaza Chile. En el caso de la plaza San Martín este comportamiento se invierte alcanzando el punto más caliente temperaturas superiores a su entorno (4.5°C).

Las mayores temperaturas en la plaza resultan del efecto combinado de la exposición solar del ámbito y su materialidad. Este comportamiento puede verificarse en la plaza Belgrano y San Martín en donde la configuración de prado alcanza las temperaturas más elevadas y la de bosque la condición más favorable. En el caso de la plaza Chile, las máximas temperaturas se corresponden con el centro másico dada su mayor exposición solar.

Estos resultados demuestran que en el período de calentamiento la configuración del espacio es determinante de la condición térmica del mismo reflejando la importancia que adquiere el diseño en la eficiencia del espacio abierto. También se observa que en el período de calentamiento pequeños incrementos de áreas selladas respecto a las áreas verdes en combinación con otros factores como la exposición solar, pueden deteriorar considerablemente la función ambiental de la plaza. Esto se manifiesta para el caso de la plaza San Martín -relación verde/sellado 0,74:1- en donde una de sus estructuras se encuentra 4,5 °C más caliente que su entorno.

REFERENCIAS

- BÓRMIDA, E. Mendoza, una ciudad oasis. Facultad de Diseño, Arquitectura y Urbanismo. Revista de la Universidad de Mendoza. Edición año 1984.
- CANTÓN, M. A; FERNÁNDEZ J. Comportamiento térmico de verano de diferentes configuraciones de sombra en patios urbanos emplazados en climas áridos. Validación del método y Estudio de casos. Averma, Vol.11 pp. 01.89 -01.95. ISSN 0329-5184. Español. 2007
- CANTÓN, M. A; DE ROSA C; KASPERIDUS H. Sustentabilidad del bosque urbano en el área metropolitana de la ciudad de Mendoza. Análisis y diagnóstico de la condición de la arboleda. Revista Avances y Energías Renovables y Medio Ambiente. Volumen 7, N° 1. pp. 01.29- 01.34. 2003.
- PROVINCIA DE MENDOZA Y COMUNIDAD EUROPEA. Informe gestión de la urbanización de ciudades turísticas 2006.
- JABAREEN, Y. R. Sustainable Urban Forms: Their Typologies, Models, and Concepts, Journal of Planning Education and Research. <<http://jpe.sagepub.com/cgi/content/abstract/26/1/38>> 2006.
- MARTÍNEZ, C. F.; CANTÓN M. A; ROIG F. A. Impacto de la condición de aridez en el desarrollo ambientalmente sustentable de la ciudad oasis. El caso del arbolado urbano en el Área Metropolitana de Mendoza. Revista de Avances y Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 13, pp. 01.113 - 01.120. 2009.
- OKE, T.R. Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations 2004. At Urban Sites. Iom Report, Td In Press, World Meteorological Organization, Geneva.
- PANASITI, A. Mendoza en el 2000. 20, pp. 171.2000.
- ROSENFELD, A. H; AKBARI H; ROMM J. J; POMERANTZ M. Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction, Energy and Buildings 28, pp. 51–62. 1998.
- SANTAMOURIS, M. Energy and Climate in the Urban Built Environment. James & James. UK. ISBN 1873936907. 2001