

Diseño eficiente de parques en ciudades de zonas áridas. Confort térmico y clima urbano

M. Angélica Ruiz¹, Erica N. Correa¹, M. Alicia Cantón¹

Resumen

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto del diseño de cuatro parques sobre las condiciones de habitabilidad de los mismos y el clima urbano del Área Metropolitana de Mendoza. El estudio se ha llevado a cabo durante el verano 2011 mediante monitoreo continuo de variables microclimáticas en distintos sectores de cada parque y en puntos estratégicos de la ciudad. Para evaluar el confort térmico se ha utilizado el modelo COMFA. Los resultados indican que el comportamiento térmico y el grado de confort son claramente impulsados por la configuración de cada parque en relación a su tamaño, localización dentro de la trama, proporción y características de áreas selladas y vegetadas. A escala urbana, los resultados reflejan el efecto beneficioso de los parques en el enfriamiento nocturno. Estos efectos son de suma importancia dada la alta vulnerabilidad ambiental que presentan las ciudades situadas en zonas áridas.

Palabras clave: parques urbanos, confort térmico, clima urbano, zonas áridas.

Efficient Design of Parks in Cities in Arid Zones. Thermal Comfort and Urban Climate

Abstract

The aim of this study is to assess the effect of the design of four parks on their habitability conditions and on the urban climate of Mendoza Metropolitan Area. The study was conducted in summer 2011 through continuous monitoring of microclimatic variables in different areas of each park and at strategic points in the city. COMFA model was used to evaluate the thermal comfort. The results indicate that the thermal behavior and the comfort degree are clearly driven by the configuration of each park in relation to its size, its location within the urban pattern, and by the proportion and characteristics of impervious and vegetated areas. At the urban scale, the results reflect the beneficial effect of parks on nighttime cooling. These effects are important given the high environmental vulnerability of the cities located in arid zones areas.

¹ Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) – CCT-CONICET Mendoza. Av. Ruiz Leal s/n, Parque Gral. San Martín, Mendoza (5500) - Argentina. Tel. +54-261-5244345. e-mail: aruiz@mendoza-conicet.gob.ar

Keywords: urban parks, thermal comfort, urban climate, arid zones.

Introducción

El crecimiento de las ciudades y la intensificación de la densidad edilicia han provocado un ambiente urbano de desconfort, debido a la modificación del balance de energía que influye en el ambiente térmico en espacios abiertos. El aumento de la temperatura urbana tiene un efecto directo sobre el consumo de energía, las condiciones de confort térmico y la contaminación ambiental en los espacios urbanos (Akbari et al., 1992).

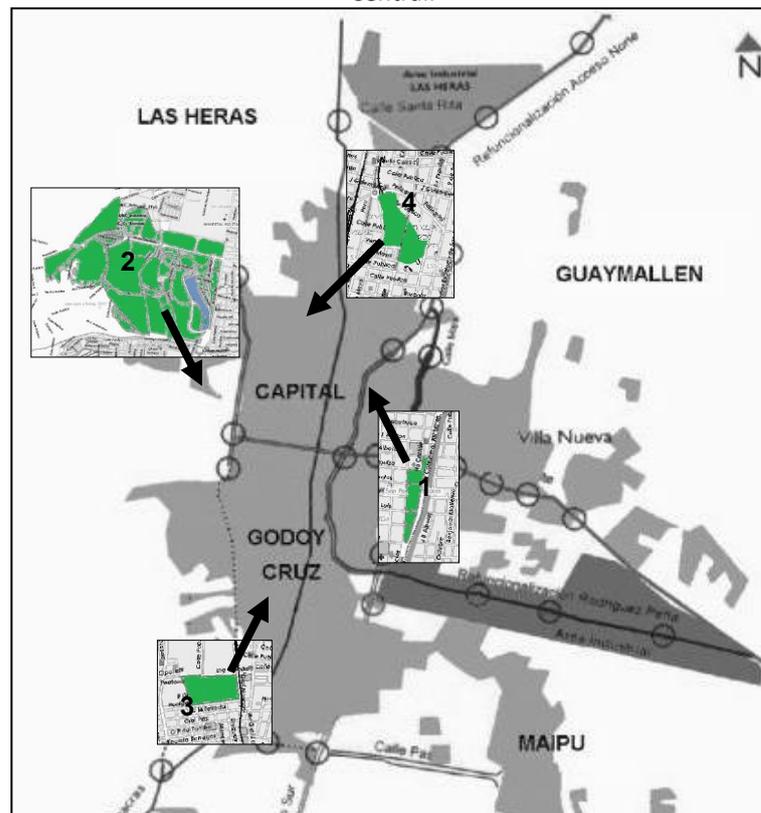
Diversas estrategias de mitigación de este efecto han sido estudiadas para determinar su eficacia relativa y la eficiencia de costos (Rosenfeld et al., 1998). Una de las estrategias básicas incluye el aumento de la cubierta vegetal. Es bien sabido y documentado que los árboles y espacios verdes contribuyen significativamente al enfriamiento de nuestras ciudades y al ahorro de energía (Santamouris, 2001). Los árboles pueden proporcionar una protección solar durante el verano, mientras que por otra parte, la evapotranspiración puede reducir la temperatura urbana. Al mismo tiempo, los árboles absorben el sonido y bloquean la erosión que causan las lluvias, filtran contaminantes peligrosos, reducen la velocidad del viento y evitan la erosión eólica.

En este sentido, la presencia o ausencia de espacios verdes y las características diferenciales de los mismos están vinculadas con la calidad de vida de los habitantes de las ciudades. Por esta razón es importante evaluar cómo los espacios verdes de una ciudad pueden ser planificados espacialmente, y luego cómo podrían ser mejor diseñados, gestionados y mantenidos en función de las características urbanas, climáticas y morfológicas para obtener el máximo beneficio para la población local. Asimismo, el confort térmico de las personas en espacios abiertos es uno de los factores que más influye en la habitabilidad de los espacios, dado que la cantidad e intensidad de actividades que el individuo realiza es afectada por el nivel de desconfort experimentado cuando se expone a las condiciones climáticas de esos espacios abiertos (Givoni et al., 2003).

En particular, el Área Metropolitana de Mendoza (AMM) está situada en una zona árida, con amplias fluctuaciones de temperatura diarias y estacionales, intensa radiación solar en todas las estaciones y un régimen de baja precipitación anual (250 mm). Los vientos locales son de tipo anabáticos-catabáticos con una velocidad promedio de 2 m/s y de dirección NE y SO. El 65% de la población total de la provincia ocupa sólo el 3% de su territorio, con un crecimiento demográfico del 10% durante la última década (INDEC, 2010). Esta importante tasa de crecimiento ha llevado a una expansión prácticamente sin control de la zona urbana, modificando el perfil de la ciudad en sus dimensiones horizontales y verticales. Todas estas condiciones han contribuido a la formación de una isla de calor que alcanza valores de 8 y 9 °C, tanto en verano como invierno, durante la noche y las primeras horas de la mañana, dependiendo de su posición en relación con la dirección de las brisas predominantes, la densidad de construcción, altura, bosques, etc. (Correa et al., 2006).

El AMM presenta una trama urbana de estructura consolidada, donde se insertan vacíos urbanos (Figura 1). La mayor proporción de cañones urbanos tienen entre 20 y 16 m de ancho, los materiales de construcción típicos son el hormigón y el ladrillo. La zona céntrica de la ciudad se caracteriza por las mayores densidades de construcción, con edificios de gran altura (hasta 19 pisos). También cuenta con las estructuras arbóreas más altas y más densas, y el tráfico vehicular más intenso de toda el área metropolitana.

Figura 1. Ubicación de los parques evaluados en el AMM: (1) O'Higgins; (2) San Martín; (3) San Vicente; (4) Central.



Fuente: Figura realizada por el autor.

La configuración de la ciudad es el resultado de un modelo de desarrollo donde el entorno artificial y el natural conforman un mosaico entremezclado, dando lugar a una fuerte inserción de espacios verdes en la ciudad. En este contexto los espacios abiertos -parques, plazas y bosques urbanos- modifican de forma significativa el patrón climático del entorno construido, pero sus beneficios y desventajas aún no se han analizado a fondo en la provincia (Endlicher & Mikkan, 1999).

Por todo lo expuesto, el objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento higrotérmico de cuatro espacios verdes durante la temporada de verano y cuantificar el impacto del diseño de los parques sobre el confort térmico y las características climáticas de la ciudad de Mendoza. A partir de este análisis y diagnóstico, es posible desarrollar una planificación estratégica de los espacios verdes con el fin de mitigar los efectos de la existencia de la ciudad sobre el clima de la región.

Metodología

Casos de estudio

Para evaluar el impacto de los parques en el perfil de temperatura del AMM, se seleccionaron cuatro parques, teniendo en cuenta su posición en relación con el centro de la ciudad y las estructuras paisajísticas de cada uno.

Las características generales de los cuatro parques evaluados se representan en la Figura 2. El parque O'Higgins ha sido designado POH, el parque San Martín se ha denominado PSM, el parque San Vicente, PSV y el parque Central se ha señalado como PCE.

Figura 2. Descripción general de los parques evaluados.

	PCE	POH	PSM	PSV
				
Configuración urbana / Contexto de mediación	Conjuntos de torres de perímetro libre con espacios parquizados, conformando una trama de alta densidad edilicia.	Baja densidad edilicia. Alto nivel de tránsito.	Al Este, estructuras de baja y media densidad edilicia. Al Oeste, nuevas urbanizaciones.	Baja densidad edilicia. Importantes espacios abiertos (estacionamiento).
Inauguración	Principios del s. XXI	Principios del s. XX	Principios del s. XIX	Década de 1990
Superficie (ha)	14	9	358	18
Altitud (msnm)	770	741	821	833
Diseño del paisaje	Lenguaje arquitectónico racionalista. Amplio uso de piedra y hormigón.	Eje central definido por una estructura verde abovedada.	Tipo orgánico, que armoniza las tradiciones inglesa y francesa.	No planificado.
Forestación	Aún no está consolidado. Cuenta con 1200 árboles, en su gran mayoría, individuos muy jóvenes.	Los árboles alcanzan su máxima expresión vegetativa.	Integrado por 50000 individuos en su mayoría adultos, distribuidos en más de 300 especies exóticas. Recientemente enriquecido con especies nativas.	No se encuentra consolidado. Individuos arbóreos jóvenes.

Fuente: Figura realizada por el autor.

Campañas de monitoreo

Con el propósito de monitorear el comportamiento térmico de los diferentes parques de la ciudad y el impacto de los espacios verdes en el confort térmico, se llevaron a cabo dos campañas. En primer lugar, durante los meses de febrero y marzo de 2011, se instalaron 29 estaciones fijas de medición automática en cada parque —ubicadas en tres tipos de conformación de los espacios verdes: prados, bosques y sector antrópico— y sus alrededores. Además, se colocaron instrumentos de referencia para controlar el impacto de los parques en las afueras de la zona metropolitana, en los cuatro puntos cardinales. Estas estaciones fijas miden temperatura y humedad cada 15 minutos. Las estaciones instaladas son del tipo: H08-003-02, con dos canales registradores de temperatura interna y humedad relativa. Los sensores se han colocado a una altura de 2,5 m de la calle (Oke, 2004), dentro de cajas blancas de PVC perforado, para evitar la irradiación y asegurar la circulación adecuada de aire.

En segundo lugar, para el seguimiento y comparación de los impactos de las diferentes conformaciones verdes, se ha realizado otra campaña durante los días 02/02/11, 07/02/11, 15/02/11

y 16/02/11 con estaciones meteorológicas móviles en dos tipos de conformación de los espacios verdes presentes en los parques evaluados: prados y bosques. Las estaciones móviles miden temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección del viento, también cada 15 minutos. Durante esta campaña, también se han registrado los valores de temperatura superficial con un termómetro infrarrojo OMEGASCOPE tipo OS-XL.

Los datos han sido evaluados estadísticamente para el periodo comprendido entre las 11.00 am y las 7.00 pm, considerado como el de mayor rigurosidad climática y uso del espacio abierto.

Índices de confort

Los índices de confort analizan variables climáticas y permiten cuantificar los rangos de confort para diferentes espacios o situaciones (Gomez et al., 2004). Los primeros índices bioclimáticos que surgieron consideran sólo algunos parámetros meteorológicos (Thom, 1959; Clarke & Bach, 1971; Unger, 1999).

Los modelos más recientes, basados en la ecuación del balance humano de energía, incorporan gran cantidad de variables no solo de índole climática, sino aquellas relacionadas con las características del individuo y del entorno. En este sentido, el método COMFA (Brown & Gillespie, 1995) expresa el balance de energía de una persona en un ambiente abierto. Según investigaciones previas (Ruiz & Correa, 2015), el modelo COMFA permite evaluar con gran precisión la incidencia de las interrelaciones entre las variables climáticas, morfológicas y forestales sobre los intercambios del cuerpo humano en espacios abiertos. De este modo es posible detectar los mecanismos de transferencia energética sobre los cuales las características de diseño de los espacios tienen mayor impacto y de este modo optimizar su funcionamiento, con el objeto de maximizar el grado de habitabilidad de los espacios.

Cuando el balance S es cercano a cero, puede esperarse que una persona se sienta térmicamente confortable. Si el balance presenta un gran valor positivo, la persona recibe más energía que la que pierde, por lo que podría haber sobrecalentamiento y estaría en disconfort por calor. Por otra parte, si el balance es negativo, la persona podría sentir frío. La Tabla 1 muestra la sensación de confort humano relacionado con los valores del balance energético.

Tabla 1: La sensación de confort humano relacionado con los valores del balance S .

Balance ($W m^{-2}$)	Sensación
$S > -150$	La gente preferiría estar mucho más cálida
$-150 > S > -50$	La gente preferiría estar más cálida
$-50 > S < 50$	La gente preferiría no cambiar de estado
$50 > S < 150$	La gente preferiría estar más fresca
$150 < S$	La gente preferiría estar mucho más fresca

Fuente: Brown & Gillespie (1995).

El factor de visión del cielo (SVF) de cañones urbanos fue calculado a partir de imágenes digitales hemisféricas, tomadas con una cámara digital Nikon CoolPix equipada con un lente ojo de pez y procesadas mediante el software PIXEL DE CIELO desarrollado por nuestra unidad (Correa et al., 2005), el cual permite obtener el valor del parámetro (SVF), en condiciones de cielo despejado, forestación urbana intensa y ciudades con alta reflectividad típica en regiones semiáridas como es el caso de este estudio (Figura 3).

Figura 3: Imágenes hemisféricas de cada caso de estudio.

Bosques				
Prados				
	San Martín	Central	O'Higgins	San Vicente

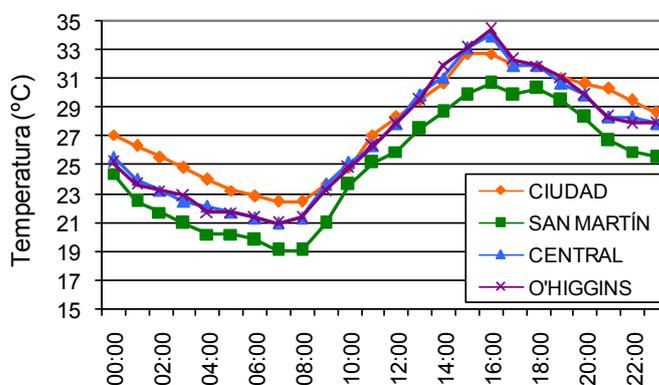
Fuente: Figura realizada por el autor.

Resultados

Análisis de los espacios verdes y sus alrededores

Con el fin de evaluar el impacto de los espacios verdes en sus alrededores, se analizan los datos obtenidos de las estaciones fijas ubicadas en el sector bosque de los parques y en los cuatro puntos cardinales alrededor de cada uno de ellos. Durante el período de enfriamiento, todos los parques evaluados son más frescos que el centro de la ciudad. Esto coincide con los resultados de investigaciones anteriores realizadas en el mismo área de estudio (Correa et al., 2006). Durante el período de calentamiento, en general, no hay gran diferencia entre los parques y el centro de la ciudad, llegando a ser más fresca la ciudad a la hora de máxima temperatura, una excepción a este hecho es el parque San Martín que es más fresco que el centro de la ciudad durante todo el período evaluado (Figura 4).

Figura 4: Distribución diaria de la temperatura en tres parques evaluados y en el centro de la ciudad, en un día típico de verano (nubosidad < 3/8 y velocidad del viento < 1km/h).



Fuente: Figura realizada por el autor.

Este comportamiento durante el período de calentamiento puede ser explicado como resultado del denso bosque urbano presente en el área metropolitana, conformado principalmente por especies arbóreas de primera magnitud, cuya superposición de copas conforman un túnel denso que bloquea la radiación solar intensa típica de climas áridos y, como consecuencia de ello, durante este período, la ciudad puede ser más fría que sus alrededores, que constituyen un gran factor de visión del cielo. Esta climatización deriva del concepto de ciudad oasis, que ha sido predominante en la concepción urbana de la ciudad.

Por otro lado, el comportamiento del parque San Martín durante el calentamiento se puede explicar por el efecto conjunto de diferentes factores, entre ellos se puede mencionar: la mayor extensión y una altitud considerable. Como en estudios previos, el análisis de los perfiles de la humedad específica no muestra un comportamiento diferencial de los registros de humedad en este parque, en comparación con los otros dos (Tabla 3).

Tabla 3: Humedad específica media, máxima y mínima de cada parque analizado.

Humedad específica	PARQUES		
	San Martín	Central	O'Higgins
<i>Media</i>	7,94	6,76	8,30
<i>Máxima</i>	27,98	34,05	34,59
<i>Mínima</i>	1,41	1,56	1,62

Fuente: Tabla realizada por el autor.

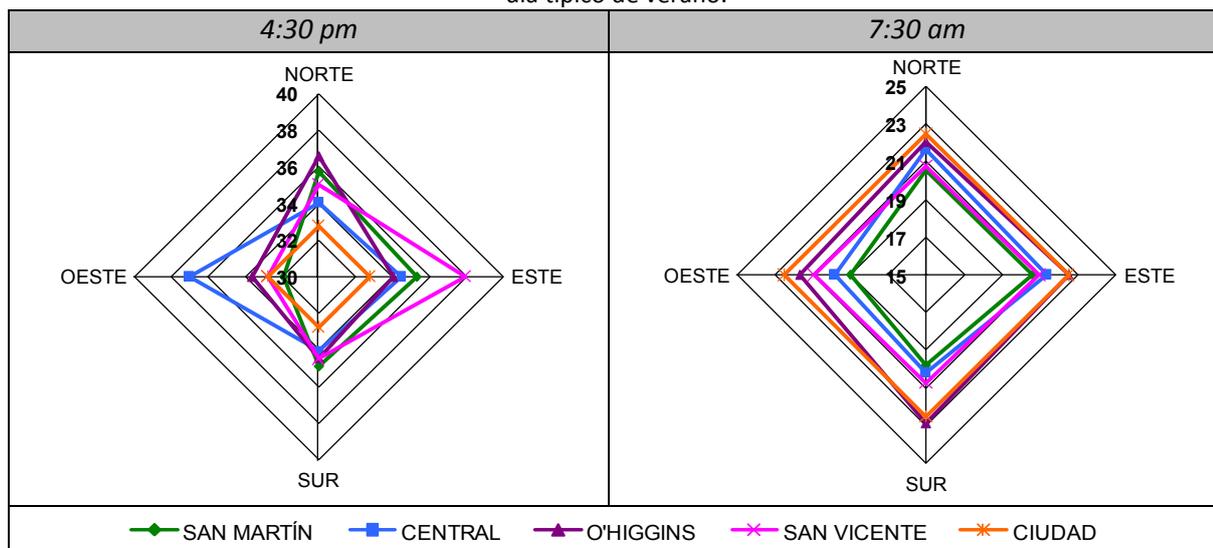
Durante el período de enfriamiento, el Parque San Martín es el que registra las diferencias de temperatura máxima en relación con el centro de la ciudad, llegando a valores de -4°C , mientras que los parques Central y O'Higgins presentan diferencias máximas de alrededor de -3°C . Durante el período de calentamiento, la máxima diferencia de temperatura del Parque San Martín es de -3°C , mientras que los parques Central y O'Higgins presentan diferencias máximas de 1.7°C y 2.1°C , respectivamente.

En la Figura 5 se muestran las temperaturas de las referencias en los puntos cardinales de cada parque a la hora de máxima y de mínima temperatura en el centro de la ciudad (16:30 hs y 7:30 hs, respectivamente). A partir de los perfiles obtenidos, es posible analizar el impacto de la distribución espacial de los parques estudiados, es decir, el efecto de su lugar en el comportamiento térmico del sector urbano en el que se encuentran.

En primer lugar, se puede observar que el impacto de los parques durante la noche, los parques se encuentran más frescos que el centro de la ciudad en una proporción que resulta un 17% para el parque San Martín, un 9% para el parque Central y un 7% para el parque O'Higgins, con respecto al centro de la ciudad. Con respecto a los alrededores, este efecto moderador decae, siendo mínimo para el parque Central, mientras que se encuentra entre 6 y 7% para los otros dos parques.

La diferencia de temperatura entre los alrededores de cada parque y el centro de la ciudad no es apreciable en el caso del parque O'Higgins, esto puede deberse al contexto urbano circundante. Sin embargo, esta diferencia queda manifestada en un 7 y 8% para los parques San Vicente y Central, respectivamente, y sólo en un 11% para el parque San Martín que cuenta con una extensión 20 veces más grande que el parque San Vicente y 25 veces superior al parque Central.

Figura 5: Temperaturas en el centro de la ciudad y en los alrededores de los cuatro parques evaluados, en un día típico de verano.

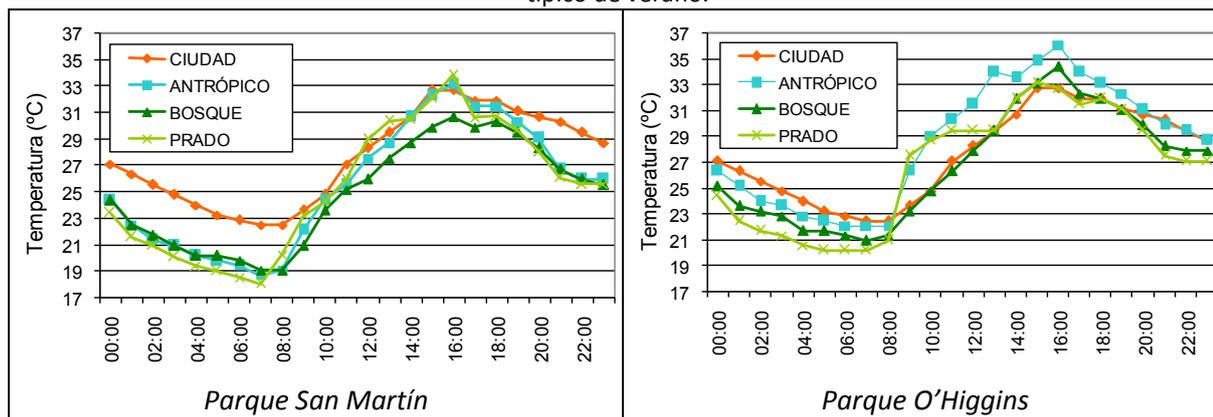


Fuente: Figura realizada por el autor.

Análisis de la configuración de espacios verdes

A partir del análisis de los datos obtenidos de las estaciones fijas en los tres sectores de cada parque, cuyo objetivo era evaluar el impacto de las diferentes configuraciones de zonas verdes en el rendimiento térmico de los espacios urbanos, se puede observar un comportamiento análogo, resultando que el prado es la configuración que más se enfría durante la noche. El bosque es la estructura que muestra el calentamiento menor durante las horas de sol, como es lógico, dada su condición de sombra, pero, durante la noche, dependiendo de su extensión y el diseño del parque en el que se encuentra, esta estructura puede enfriar a la misma temperatura del césped o no.

Figura 6: Distribución diaria de la temperatura en el centro de la ciudad y en cada parque evaluado, en un día típico de verano.

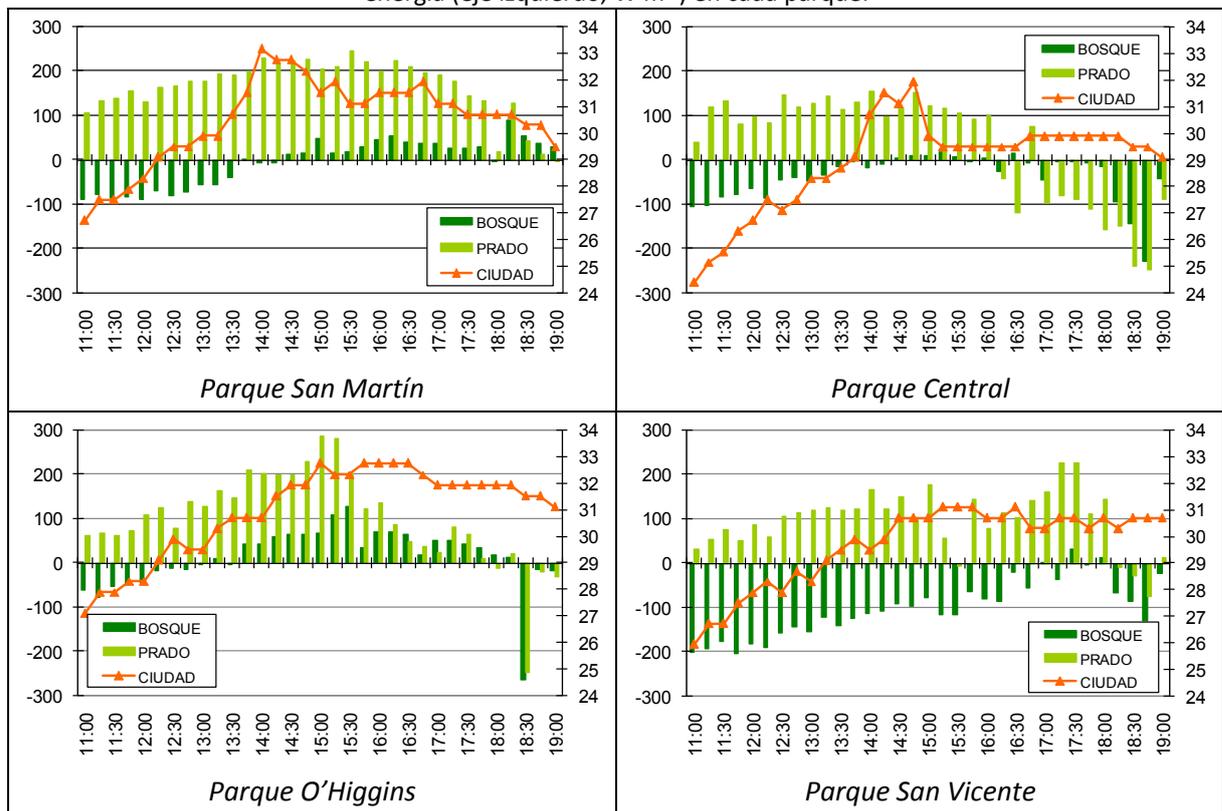


Fuente: Figura realizada por el autor.

En la Figura 6 se muestra la distribución de la temperatura diaria de las tres estructuras consideradas, relacionadas con el comportamiento del centro de la ciudad, en dos de los parques analizados de características bien definidas. La primera corresponde a la gráfica del Parque San Martín, el de mayor extensión que se materializa el límite oeste de la MMA, la segunda muestra el parque O'Higgins, que cuenta con un desarrollo longitudinal y una extensión 40 veces más pequeña y completamente insertado dentro del tejido urbano.

Durante el calentamiento, se observa que, en el caso del parque San Martín, el prado y el sector antrópico presentan el mismo comportamiento, en concordancia con el centro de la ciudad, mientras que el bosque se mantiene con menores temperaturas. En el parque O'Higgins, se puede observar que la configuración de bosque coincide con el centro de la ciudad, el prado presenta un repentino aumento de la temperatura en las mañana y al mediodía se hace similar al bosque. En cambio, el sector antrópico, mantiene la temperatura siempre por encima de los demás sectores.

Figura 7: Distribución diaria de la temperatura (eje derecho, °C) en el centro de la ciudad y del balance de energía (eje izquierdo, $W m^{-2}$) en cada parque.



Fuente: Figura realizada por el autor.

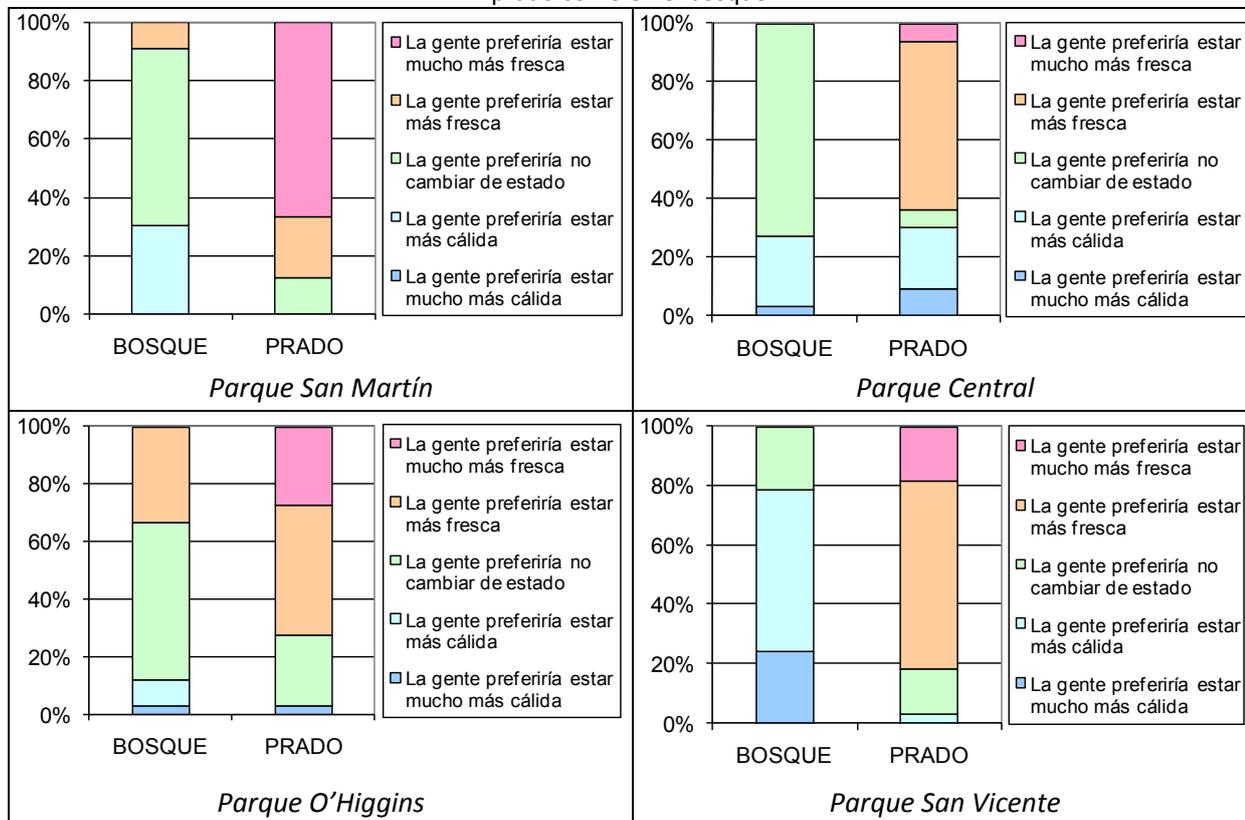
Durante el período de enfriamiento el comportamiento es muy diferente. En el parque San Martín, todas las estructuras convergen hacia el mínimo de enfriamiento y se diferencian del centro de la ciudad. En el caso del parque O'Higgins el enfriamiento que proporcionan las distintas estructuras está bien diferenciado y los perfiles de temperatura decrecen en el siguiente orden: centro de la ciudad, sector antrópico, bosque y, por último, prado. Esto indica que la selección del tipo de estructura verde adquiere mayor importancia cuanto menor es la extensión del parque y mayor es la densidad del tejido del entorno urbano. Además, se observa que el impacto de la zona antropogénica dentro de los parques disminuye cuánto más extenso es el parque. Estos resultados se corresponden con los de investigaciones previas (Correa et al., 2006).

Análisis del confort térmico

A partir del análisis de los datos obtenidos de las estaciones móviles, cuyo objetivo era la evaluación de los niveles de confort térmico experimentados en las configuraciones de prado y bosque en los cuatro parques, se obtienen la Figura 7 y la Figura 8. Específicamente en la Figura 7 se puede observar la temperatura en el centro de la ciudad, y el balance de energía para ambos sectores de

cada parque a lo largo del día evaluado. En líneas generales, los prados presentan balances positivos en la mayor parte del período considerado, variando la magnitud según el parque. En cambio, los sectores de bosque presentan niveles de confort más dispares.

Figura 8: Frecuencia de las condiciones de confort a lo largo del periodo evaluado en cada parque, tanto en el prado como en el bosque.



Fuente: Figura realizada por el autor.

En el caso del prado del parque San Martín, el balance de energía es mayor a 150 W m^{-2} desde las 11:45 hasta las 17:15 hs, lo que significa que las personas preferirían estar mucho más frescas durante más del 65% del período evaluado y sólo un 10% del tiempo la gente se siente en confort. La situación en el sector de bosque resulta mucho más beneficiosa ya que las personas se sienten en confort térmico desde las 13:30 hs (60% del período), incluso, durante las horas de la mañana, el bosque presenta un disconfort moderado por fresco (Figura 8).

La configuración de prado del parque Central entra en disconfort por calor un poco más temprano que el del parque San Martín (11:15 hs), pero sólo un 5% del periodo la gente preferiría estar mucho más fresca, y se adentra en disconfort por fresco a las 16 hs. Esto último puede deberse a que la tarde del 7 de febrero de 2011 fue bastante ventosa y nublada. El bosque presenta un perfil de confort térmico similar al del parque San Martín con un 70% del período evaluado en el cual las personas no preferirían cambiar de estado, a excepción de las últimas horas donde parece haber sido afectado por la presencia de viento (Figura 8).

El prado del parque O'Higgins es el que presenta mayor porcentaje del tiempo en confort con un 25%. El disconfort por calor se percibe como severo desde las 13:45 hasta las 15:30 hs, mientras que el bosque alcanza un disconfort por calor moderado con una hora de retraso. Como ya se ha

mencionado, este parque es el de menor extensión y presenta un contexto urbano con gran intensidad vehicular (Figura 8).

El parque San Vicente presenta las mayores dicotomías entre su prado y su bosque. En el primer caso, las personas preferirían estar más frescas o mucho más frescas durante el 80% del tiempo. En el segundo caso, el balance de energía es menor a -50 W m^{-2} , determinando que la gente prefiera estar más cálida o mucho más cálida durante un 80% también (Figura 8).

Conclusiones

En base al objetivo planteado, los resultados muestran que el comportamiento térmico y el grado de confort térmico son claramente impulsados por la configuración de cada parque y el uso que se le da a cada sector.

Los resultados demuestran el efecto beneficioso de los parques en el enfriamiento nocturno de la trama urbana. Vale la pena señalar que con las actuales condiciones térmicas en la zona estudiada este comportamiento es de particular interés ya que el fenómeno isla de calor alcanza su máxima expresión durante el período de enfriamiento (Correa et al., 2006).

Asimismo, el enfriamiento nocturno es de mayor intensidad en aquellos espacios verdes de mayor extensión, por lo que el diseño del paisaje de los espacios verdes es más importante para los parques de menor dimensión, en los cuales una adecuada proporción y diseño de cada configuración, puede dar resultados similares a los de un parque de gran tamaño.

Por último, en cuanto al confort térmico en cada uno de los parques evaluados, es importante destacar que la configuración de bosque es la que otorga los niveles de confort más frescos, por lo que en parques de menor extensión, los parques pueden verse afectados por los bosques cercanos, en cambio, en el caso de espacios verdes de mayores dimensiones, esto es más difícil de lograr.

Bibliografía

- Akbari, H.; Davis, S.; Dorsano, S.; Huang, J.; Winert, S. (Eds.). (1992). *Cooling our Communities. A Guidebook on Tree Planting and Light-Colored Surfacing*. Washington: US Environmental Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change Division. Pag. 217.
- Brown, R.D.; Gillespie, T.J. (1995). *Microclimate landscape design: Creating Thermal Comfort and Energy Efficiency*. New York: Wiley. Pag. xi + 193. ISBN: 0-471-05667-7.
- Clarke, J.F.; Bach, B. (1971). Comparison of the comfort conditions in different urban and suburban microenvironments. *International Journal of Biometeorology*, vol. 15, pp. 41-54.
- Correa, E., Martínez, C., Lesino, G., de Rosa, C., Cantón, A. (2006). *Impact of Urban Parks on the Climatic Pattern of Mendoza's Metropolitan Area, in Argentina*. PLEA 2006. 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture. Geneva, Switzerland.
- 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 (número 5), pp. 85-90. Recuperado de: <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>

- Endlicher, W., Mikkan, R. (1999). Concepción y Metodología del proyecto "Mendoclima". *Meridiano*, vol. 7, pp. 11-28.
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., Becker, S. (2003). Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, vol. 35 (número 1), pp. 76-86. DOI: 10.1016/S0378-7788(02)00082-8
- Gomez, F., Gil, L., Jabaloyes, J. (2004). Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green areas, interaction with the urban microclimate. *Building and environment*, vol. 39, pp. 1077-1086.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Consultado el 22/07/11. Recuperado de: <http://www.censo2010.indec.gov.ar/>
- Oke, T.R. (2004). *Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites*. Geneva: IOM Report, TD In Press, World Meteorological Organization.
- Rosenfeld, A., Akbari, H., Romm, J., Pomerantz, M. (1998). Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction. *Energy and Buildings*, vol. 28, pp. 51-62. DOI:10.1016/S0378-7788(97)00063-7
- Ruiz, M.A., Correa, E.N. (2015). Suitability of different comfort indices for the prediction of thermal conditions in forested open spaces in arid zone cities. *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 122, pp. 69-83. DOI: 10.1007/s00704-014-1279-8
- Santamouris, M. (2001). *Energy and Climate in the Urban Built Environment*. London: James & James.
- Thom, E.C. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*, vol. 12 (número 2), pp. 57-60. DOI: 10.1080/00431672.1959.9926960
- Unger, J. (1999). Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a central-European city. *International Journal of Biometeorology*, vol. 43, pp. 139-44.

Autores

M. Angélica Ruiz es Ingeniera Agrónoma, Doctora en Ciencias - Área Energías Renovables e Investigadora Asistente de CONICET. aruiz@mendoza-conicet.gob.ar

Erica N. Correa es Ingeniera Química, Doctora en Ciencias - Área Energías Renovables, Investigadora Independiente de CONICET y Profesora en UTN-FRM. ecorrea@mendoza-conicet.gob.ar

M. Alicia Cantón es Arquitecta, DAE en Arquitectura, Investigadora Independiente de CONICET y Profesora en FAUD-Universidad de Mendoza. macanton@mendoza-conicet.gob.ar