

CATEGORÍAS URBANÍSTICAS Y CLIMÁTICAS INTEGRADAS PARA ESTUDIOS MICROCLIMÁTICOS DEL CONFORT TÉRMICO URBANO

Gabriela Roca¹, Salvador Puliafito^{2*}, Alejandra Kurbán³, Mario Cúnsulo⁴

INEAA (Instituto de Estudios en Arquitectura Ambiental) Facultad de Arquitectura, Urbanismo y
Diseño (FAUD) – Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), Santa Fe 198 (Oeste) 1° Piso, J5400ZAA,
San Juan. Tel.: 54 264 4202664. Email:

*Grupo de Estudios de la Atmósfera y el Ambiente (GEAA), Facultad Regional Mendoza – Universidad Tecnológica
Nacional, Rodríguez 273, (M5502AJE) Mendoza, Argentina. Tel: 54 261 5243003.

Recibido 12/08/13, aceptado 25/09/13

RESUMEN: El objeto de este estudio es adoptar y proponer una clasificación en la microescala más detallada de las condiciones urbanas intra-ciudad, en vistas a una optimización del confort higrotérmico, teniendo en cuenta la influencia que pudiera ejercer el tipo de uso del suelo, la forestación y las estructuras urbanas construidas. Se aplican para ello las Áreas Muestras de Estudio para el Área Metropolitana de San Juan, en el marco del sistema de clasificación internacional de Zonas Climáticas Locales. Se actualizaron las áreas seleccionadas en trabajos anteriores usando las Bandas Urbanas Características. Esta nueva selección de puntos de muestreo y clasificación climática urbana, será en posterior trabajo objeto de mediciones y estudios meteorológicos y de calidad del aire específicos, que permitan evaluar la influencia de la forestación de los Canales Viales Urbanos (CVU) en la mitigación de algunos problemas ambientales producidos por la Isla de Calor. El trabajo logra integrar conceptos propios de la espacialización urbanística de la ciudad de San Juan con criterios de clasificación climática normalizados. Se espera que esta clasificación sea suficientemente general como para permitir comparaciones con áreas similares de distintas ciudades del mundo.

Palabras Clave: Clima Urbano- Zonas Climáticas Urbanas- Bandas Urbanas Características-Canal Vial- Confort Térmico.

INTRODUCCIÓN

El incremento en la tasa de urbanización se asocia con cambios en el uso y la cobertura del suelo (LULC), con un aumento en la contaminación del aire y una mayor demanda de consumo de energía y agua. Estos cambios antrópicos han aumentado la diferencia de temperatura entre los entornos urbanos y rurales o periféricos, produciendo el efecto de lo que se conoce como "Isla de Calor Urbana" (UHI). Las unidades de paisaje urbano tales como edificios, calles, árboles, jardines y parques interactúan de distinta manera con las capas atmosféricas adyacentes, tanto en escalas espaciales como temporales, en función de la exposición a la radiación solar, el intercambio neto de radiación de onda larga y la ventilación.

En la escala horizontal se pueden identificar de tres zonas: i) *la escala micro*, que va desde la construcción individual, árbol o la calle hasta un tamaño de una cuadra de la ciudad (0 - 100 m), ii) *la escala local*, se extiende desde varias cuadras homogéneas a un barrio (200 - 2000 m) y iii) *la escala regional*, que incluye la escala de la ciudad (5000 a 20000 m). En la escala vertical la climatología urbana reconoce dos capas diferentes de interacción: a) *la capa de dosel urbana* (Oke, 1976, 1981, 1982), que se extiende desde la superficie del suelo hasta el nivel del techo y b) *la capa límite urbana*, que es parte de la capa planetaria y se encuentra por encima de la primera. La capa dosel es controlada por el intercambio de energía en la microescala, mientras que la capa límite se rige por los usos del suelo a escala local y regional (Grimmond, C.; et al, 1996- Arnfield, A. 2003).

Un repaso rápido a las causas de la aparición de las ICU en la capa de dosel urbana permite identificar las principales: i) los cambios en el albedo de la superficie aumentan la absorción de la radiación de onda corta y reducen las pérdidas de radiación de onda larga, lo que lleva a un mayor almacenamiento de energía en los edificios y entornos construidos, ii) una menor turbulencia en cañones urbanos reduce la pérdida de calor sensible; ii) una mayor actividad antrópica produce calor adicional; iii) una menor vegetación reduce las tasas de evapotranspiración. La topografía, el tamaño de la ciudad, la velocidad del viento, la altura y cantidad de nubes, y la frecuencia de las capas de inversión influyen la magnitud de la (UHI) de la capa límite (Eliasson y Holmer, 1990). Otras causas adicionales pueden atribuirse a la creciente concentración de partículas provenientes de la contaminación urbana (Crutzen, 2004; Sarrat et al, 2006) lo que puede alterar el balance de energía de la atmósfera, y por lo tanto el aumento de la temperatura del aire local y la reducción de velocidades de enfriamiento (Abkari et al., 2001).

¹ Becaria de Formación Doctoral CONICET

² Investigador Independiente CONICET- Director Tesis Doctoral Arq. Gabriela Roca.

³ Directora INEAA; Prof. Titular FAUD-UNSJ; Prof. Ppal. CONICET- Directora Beca Arq. Gabriela Roca.

⁴ Prof. Titular EM UNSJ; Pof. Ppal. CONICET- Asesor

La forestación actúa en la capa dosel y colabora con la disminución de la Isla de Calor, mejorando el potencial bioclimático de las ciudades por lo que resulta una condición muy valiosa a la hora de definir estrategias de planificación urbana y confort higrotérmico. El estado de confort depende de las múltiples relaciones, entre las variables climáticas (radiación solar, temperatura, humedad relativa, vientos, presión atmosférica) y las características de la estructura urbana (volumen edificio, densidad de edificación, proporciones entre espacios abiertos y cerrados, características y distribución de la arboleda, materiales constructivos, superficies de terminación, colores) (Kurbán, *et al.*; 2007 a y b). Del balance de estos elementos estructurantes de la ciudad dependerá la oferta climática urbana que deberán tener en cuenta los proyectistas de los espacios de la ciudad, para procurar adecuadas condiciones de habitabilidad higrotérmica en los espacios abiertos correspondientes a los Canales Viales Urbanos (CVU) (Papparelli, A.; *et al.*, 2011 y Puliafito, S; *et al.*, 2013).

Si bien el uso de árboles como estrategia de mitigación de la Isla de Calor urbana se conoce y aplica desde hace varias décadas, no existe un estudio detallado a microescala del comportamiento del confort térmico de la influencia de los mismos como parte de los canales viales urbanos. Este tema es más relevante en ciudades de zonas áridas ya que la población se ve afectada por estrés térmico muchos meses del año. La revisión bibliográfica nos muestra muchos artículos sobre (UHI) basados principalmente en las ciudades del hemisferio norte, con un clima húmedo y templado (Oke, 1989; Taha, 1997). Arnfield (2003) y Mirzaei y Haghighat (2010) resumen los procesos físicos y técnicas de medición, mientras que (Roth, 2007) presenta una revisión de la extensa literatura de los estudios llevados a cabo en las ciudades tropicales y subtropicales. Sin embargo, hay una relativa carencia de estudios detallados en ambientes áridos con la excepción de Phoenix (Brazel *et al.*, 2000; Guhathakurta y Gober, 2007; Chow y Brazel 2012, Chow *et al.*, 2012). Otros estudios en entornos áridos, por ejemplo, se llevaron a cabo en Kuwait (Nasrallah *et al.*, 2006), El Cairo (Robaa, 2003), Ouagadougou (Lindén, 2011), Eilat (Sofer y Potcher, 2006), Ciudad de México (Jáuregui, 1997; Oke *et al.*, 1999), Mexicali (García-Cueto *et al.*, 2003), Muscat (Charabi y Bakhit, 2011). Muchos de estos trabajos abordan el tema la (UHI) en base a las variaciones de temperatura urbano-rural, sin embargo estas diferencias no muestran toda la estructura térmica intra-ciudad de micro escala, sino sólo desde la escala local o regional.

En base a estas carencias detectadas, el objeto de este estudio es adoptar y proponer una clasificación más detallada de las condiciones urbanas intra-ciudad, en vistas a una optimización del confort higrotérmico, teniendo en cuenta la influencia que pudiera ejercer en la microescala, el tipo de uso del suelo, la forestación y las estructuras urbanas construidas. Se espera que esta clasificación sea suficientemente general como para permitir comparaciones con otras áreas similares de distintas ciudades del mundo. Esta nueva clasificación climática urbana, será en posterior trabajo objeto de mediciones y estudios meteorológicos y de calidad del aire, que permitan evaluar la influencia de la forestación de los Canales Viales Urbanos (CVU) en la mitigación de algunos problemas ambientales producidos por la Isla de Calor de la ciudad. A cada zona específica de este estudio en particular se lo denomina Áreas Muestras de Estudio (AME) el cual se adapta al sistema de clasificación internacional denominado Zonas Climáticas Locales (LCZs) (Stewart y Oke; 2012).

ÁREA DE ESTUDIO

La provincia de San Juan es un centro urbano, con casi 400.000 habitantes, la superficie construida tiene una extensión predominante en la dirección norte-sur, se encuentra localizada en la Diagonal Árida de América del Sur. El clima natural del valle de Tulum, asiento físico del Área Metropolitana de San Juan, se caracteriza por ser árido mesotermal de altura, con alto índice de continentalidad teniendo elevadas oscilaciones diurnas y anuales de temperatura con un promedio de amplitudes térmica de 14,9°C; importantes índices de aridez; balances hídricos negativos; fuerte radiación solar en verano, nubosidad moderada distribuida uniformemente a lo largo del año, heliofanía relativa promedio anual de 70% (Papparelli; *et al.*; 2001).

Una primera clasificación urbana de San Juan ha sido presentada por Papparelli, *et al.*, (2012), quienes identifican 4 Bandas Urbanas Características (BUC): i) Eminentemente Urbana; ii) Urbana; iii) Suburbana y iv) No Urbana. Estas BUC se definen como: “Áreas homogéneas y continuas del ejido urbano, que se presenta como una zona circunvalar al centro, con índices urbanísticos de similar valor, comprendidas entre dos isóneas representativas del Factor de Ocupación del Suelo, las que identifican su límite territorial y el estado de situación espacial”, (Fig. 1) (Papparelli, *et al.*, 2009). Por otra parte, en trabajos anteriores, se realizaron mediciones higrotérmicas estacionales (Roca, *et al.*, 2010 a y b; 2011 a; 2012 a, b, c y d). En estos estudios anteriores, las AME se distribuyeron a fin de representar las distintas bandas urbanas con especial atención a las canales viales urbanos.

Como consecuencia del crecimiento de la ciudad, las características de distribución espacial de las AME se vieron modificadas en los últimos años, por lo que en este trabajo se procedió a su actualización. Para incorporar dichas modificaciones al archivo de datos urbanísticos, se realizaron relevamientos planialtimétricos de: ubicación, orientación, distancia al centro de San Juan, canopia urbana, ancho y material de calle, ancho y material de vereda, línea de edificación, materia de la construcción, oferta arbórea (especie forestal, tipo de hoja, altura, diámetro, ubicación). Cuando la AME no representaba cabalmente el área de inserción urbana, se procedió a su reemplazo.

En la Figura 1 se presentan las localizaciones definitivas de la AME, identificadas en círculos color gris, sobre la planta urbana del Área Metropolitana de San Juan.

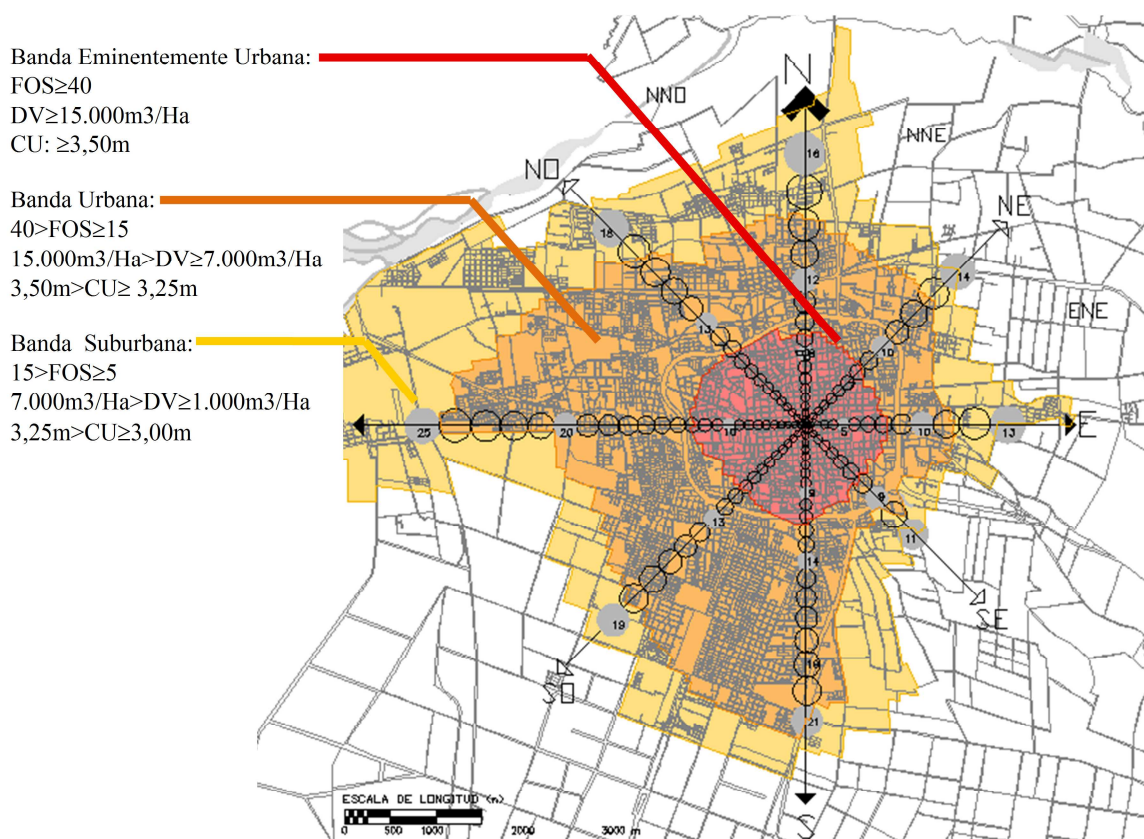


Figura 1. Plano que indica las 3 Bandas Urbanas Características y todas las Áreas Muestras de Estudio.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN “LCZs” e IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS MUESTRA DE ESTUDIO

El sistema de clasificación Local Climate Zones, conocido por sus siglas en inglés LCZs, fue propuesto por Stewart y Oke (2012), quienes las definen como aquellas regiones de cubierta uniforme de la superficie, estructura, material y la actividad humana que abarcan desde cientos de metros a varios kilómetros de escala horizontal. Estos autores estiman apropiado el nombre porque las clases son locales de escala, climáticas en la naturaleza y zonales en la representación (Tabla 1). Los datos de tipo y uso de suelo del Área Metropolitana de San Juan, se obtuvieron a partir de la caracterización Global Land Cover (GLCC), base de datos capturados en una resolución de 1 km (U.S. Geological Survey, 2010 y Arino, O.; *et al*, 2010). Los rasgos más finos de uso de la tierra se han obtenido utilizando la clasificación de usos del suelo del Plano de Zonificación del Gran San Juan, realizado por la Dirección de Planeamiento y desarrollo Urbano de la Provincia de San Juan (Figura 2). Las características de las AME se obtuvieron a partir de imágenes aéreas de Google Earth. Las fotografías se tomaron en el relevamiento in situ (Tabla 2).

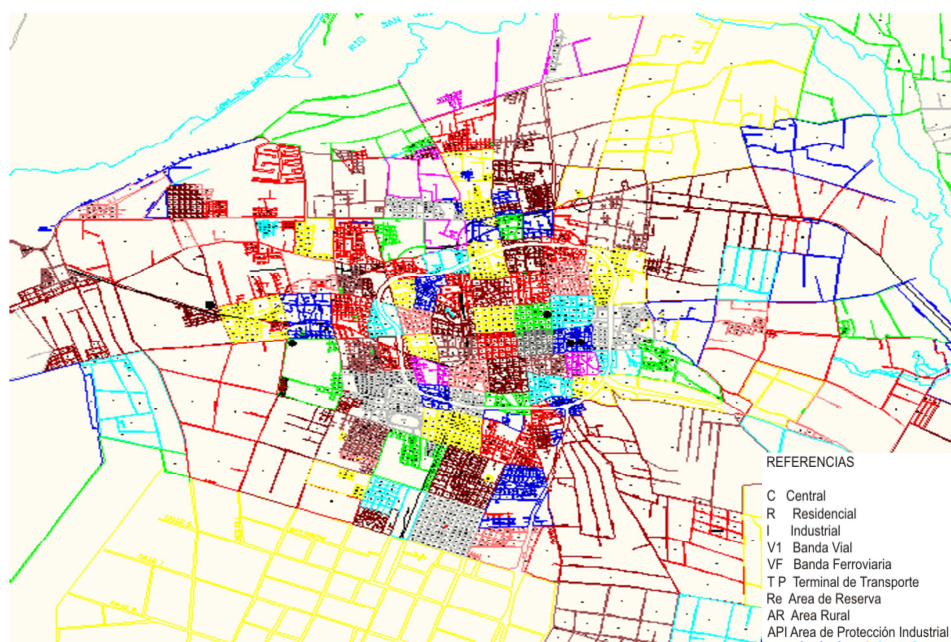
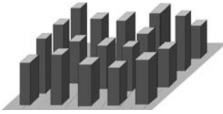
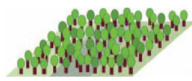
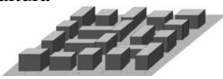
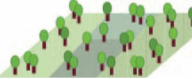
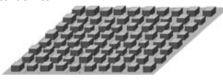
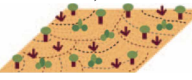





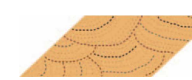

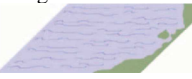




Figura 2. Plano de Zonificación de Usos de Suelo del Gran San Juan- DPDU- Gobierno de San Juan.

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	DEFINICIÓN	TIPOS DE COBERTURA DE SUELO	DEFINICIÓN
1. Compacta, de gran altura 	Mezcla densa de edificios altos de decenas de pisos. Pocos árboles o ninguno. Suelo mayormente pavimentado. Materiales: hormigón, acero, piedra y vidrio.	A. Árboles densos 	Paisaje con muchos árboles de hojas caducas y / o árboles de hoja perenne. Suelo principalmente permeable (plantas bajas). Uso del suelo: bosque natural, cultivo de árboles, o parque urbano
2. Compacta, de media altura 	Mezcla densa de edificios de mediana altura (3-9 pisos). Pocos árboles o ninguno. Suelo mayormente pavimentado. Materiales de construcción: Piedra, ladrillo, azulejos y hormigón.	B. Árboles dispersos 	Paisaje ligeramente arbolado de hoja caduca y / o de hoja perenne. Suelo principalmente permeable (plantas bajas). Uso del suelo: bosque natural, cultivo de árboles, o parque urbano.
3. Compacta, de baja altura 	Mezcla densa de edificios de baja altura (1-3 pisos). Pocos árboles o ninguno. Suelo mayormente pavimentado. Materiales de construcción: Piedra, ladrillo, azulejos y hormigón.	C. Arbusto, matorral 	Disposición abierta de matorrales, arbustos y árboles bajos y leñosos. Suelo principalmente permeable (desnudo o arena). Uso del Suelo: matorrales naturales, agricultura o pastorero extensivo.
4. Abierto, de gran altura 	Disposición abierta de edificios altos de decenas de pisos. Cobertura del suelo ampliamente permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Materiales de construcción: hormigón, acero, piedra y vidrio.	D. Plantas bajas 	Paisaje sin rasgos salientes, plantas gramíneas o herbáceas / cultivos bajos. Pocos árboles o ninguno. Uso del suelo: pastizales naturales, agricultura, o parque urbano.
5. Abierto, de media altura 	Disposición abierta de los edificios de mediana altura (3-9 pisos). Cobertura del suelo permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Materiales: hormigón, acero, piedra y vidrio.	E. Roca desnuda o pavimento 	Paisaje sin rasgos distintivos de roca o suelo pavimentado. Pocos o ningún árbol, ni plantas. Uso del suelo: desierto natural (roca) o transporte urbano.
6. Abierto, de baja altura 	Disposición abierta de edificios de baja altura (cuentos 1-3). La abundancia de la cobertura del suelo permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Madera, ladrillo, piedra, azulejos y materiales de construcción de hormigón.	F. Tierra desnuda o arena 	Paisaje con cubierta de arena sin rasgos de suelo. Pocos árboles o plantas, o ninguno. Uso del suelo desértico natural o agricultura.
7. Ligera, baja altura 	Mezcla densa de edificios de una planta. Pocos árboles o ninguno. La tierra que lo cubre está principalmente apisonada. Los materiales ligeros de construcción (por ejemplo, madera, paja, metal corrugado).	G. Agua 	Las grandes masas de agua, abiertos, como los mares y los lagos o cuerpos pequeños tales como ríos, embalses y lagunas.
8. Grande, de poca altura 	Disposición abierta de los grandes edificios de baja altura (1-3 pisos). Pocos árboles o ninguno. La tierra que cubre la mayoría está pavimentada. Acero, hormigón, metal, piedra y materiales de construcción.	VARIABLES CARACTERÍSTICAS DE LA COBERTURA DEL SUELO	
		Variables o propiedades efímera de ocupación del suelo que cambian significativamente con los patrones meteorológicos sinópticos, las prácticas agrícolas y / o ciclos estacionales.	
9. Escasamente construido 	Disposición dispersa de edificios de pequeñas y mediana altura en un entorno natural. Cobertura del suelo permeable (plantas bajas y árboles dispersos).	b. Árboles desnudos	Árboles de hojas caducas (por ejemplo, invierno). Aumento de Factor de visión del cielo. Reducción del albedo.
		s. Cobertura de nieve	La capa de nieve >10 cm de profundidad. Baja admitancia. Albedo alto.

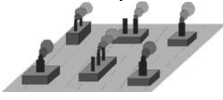
 <p>10. Industria pesada</p>	<p>Baja y media altura de estructuras industriales (torres, tanques, chimeneas). Pocos árboles o ninguno. Suelo mayormente pavimentado o tierra apisonada. Materiales: metal, acero y hormigón.</p>	<p>d. <i>Suelo seco</i></p>	<p>Tierra reseca. Baja admitancia. Alta relación Bowen. Aumento de albedo.</p>
		<p>w. <i>Suelo húmedo</i></p>	<p>Suelo húmedo. Alta admitancia. Baja relación de Bowen. Reducción del albedo.</p>

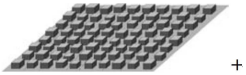
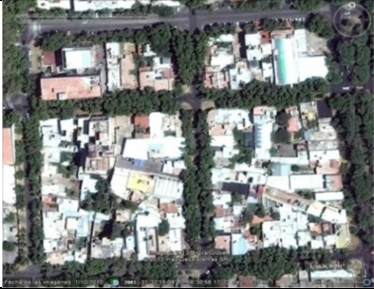

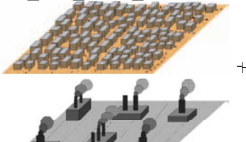


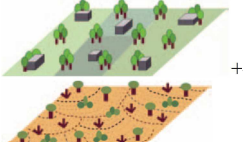
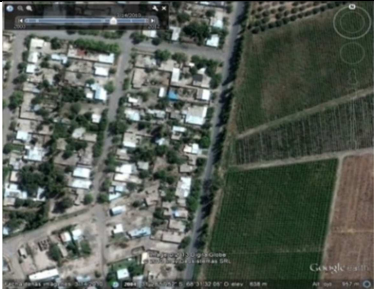

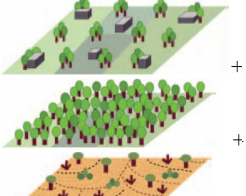


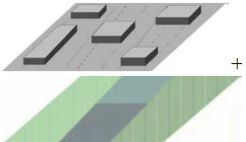
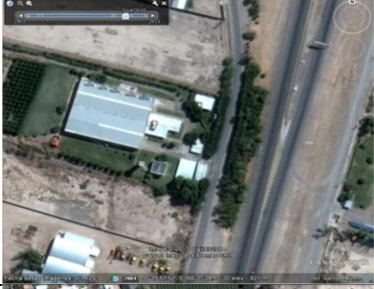
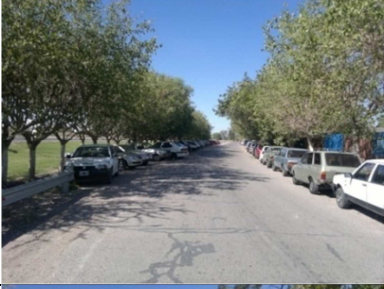
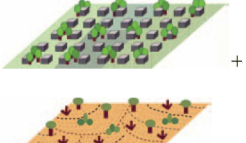


Tabla 1: Descripción de las 17 LCZs propuestas por Stewart y Oke (2012- pág. 1885)

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presenta la clasificación obtenida, la cual integra conceptos urbanísticos y climáticos locales, enmarcados en categorías específicas ampliamente reconocidas.

AME	Nº	BUc	LCZs	Descripción de las características de uso de la tierra y zonas climáticas locales de los puntos de medición
N	8	EU	3b	Mezcla densa de edificios de baja altura (1-3 pisos). Pocos árboles o ninguno. Suelo mayormente pavimentado. Materiales de construcción: Piedra, ladrillo, azulejos y hormigón. Árboles de hojas caducas (por ejemplo, invierno). Aumento de Factor de visión del cielo. Reducción del albedo.
E	5			
S	9			
O	10			
N	12	UR	7-10b	Mezcla densa de edificios de una planta. Pocos árboles o ninguno. La tierra que cubre es principalmente apisonada. Los materiales ligeros de construcción (por ejemplo, madera, paja, metal corrugado). Baja y media altura de estructuras industriales (torres, tanques, chimeneas). Pocos árboles o ninguno. Suelo mayormente pavimentado o tierra apisonada. Materiales: metal, acero y hormigón. Árboles de hojas caducas (por ejemplo, invierno). Aumento de Factor de visión del cielo. Reducción del albedo.
E	10			
S	14			
O	20			
NE	14			
SE	9			
SO	13			
NO	13	SUr	9C	Disposición dispersa de edificios de pequeñas y mediana altura en un entorno natural. Cobertura del suelo permeable (plantas bajas y árboles dispersos). Disposición abierta de matorrales, arbustos y árboles bajos y leñosos. Suelo principalmente permeable (desnudo o arena). Uso del suelo es de matorrales naturales o agricultura o pastorero extensivo.
N	16			
O	25			
NE	14			
SO	20	SUr	9A-C	Disposición dispersa de edificios de pequeñas y mediana altura en un entorno natural. Cobertura del suelo permeable (plantas bajas y árboles dispersos). Paisaje con muchos árboles de hojas caducas y / o árboles de hoja perenne. Suelo principalmente permeable (plantas bajas). Uso del suelo es bosque natural, cultivo de árboles, o parque urbano. Disposición abierta de matorrales, arbustos y árboles bajos y leñosos. Suelo principalmente permeable (desnudo o arena). Uso del suelo es de matorrales naturales o agricultura o pastorero extensivo.
E	13			
S	21	SUr	8D	Disposición abierta de los grandes edificios de baja altura (1-3 pisos). Pocos árboles o no. La mayoría de la cobertura terrestre es pavimento. Acero, hormigón, metal, piedra y materiales de construcción. Paisaje sin rasgos salientes, plantas gramíneas o herbáceas / cultivos bajos. Pocos árboles o ninguno. Uso del suelo: pastizales naturales, agricultura, o parque urbano.
SE	11	SUr	6C	Disposición abierta de edificios de baja altura (cuentos 1-3). La abundancia de la cobertura del suelo es permeable (plantas bajas, árboles dispersos). Madera, ladrillo, piedra, azulejos y materiales de construcción de hormigón. Disposición abierta de matorrales, arbustos y árboles bajos y leñosos. Suelo principalmente permeable (desnudo o arena). Uso del suelo es de matorrales naturales o agricultura o pastorero extensivo.
NO	18	SUr	10A-F	Baja y media altura de estructuras industriales (torres, tanques, chimeneas). Pocos árboles o ninguno. Suelo mayormente pavimentado o tierra apisonada. Materiales: metal, acero y hormigón. Paisaje con muchos árboles de hojas caducas y / o árboles de hoja perenne. Suelo principalmente permeable (plantas bajas). Uso del suelo es bosque natural, cultivo de árboles, o parque urbano. Paisaje sin rasgos de suelo o cubierta de arena. Pocos árboles o no, ni plantas. Función de la zona es desértico natural o la agricultura.

Tabla 2: Clasificación de las AME integrando conceptos urbanísticos y climáticos locales

TABLA CON INFORMACIÓN URBANÍSTICA Y CLIMÁTICA (Muestran de algunas de las 20 AME)		
BUC- NODO- LCZs	ESCALA LOCAL	MICROESCALA
<p>EU_E5_LCZs-3b</p>  <p>Árboles de hojas caducas (por ejemplo, invierno). Aumento de Factor de visión del cielo. Reducción del albedo.</p>		
<p>UR_E10_LCZs_7-10b</p>  <p>Árboles de hojas caducas (por ejemplo, invierno). Aumento de Factor de visión del cielo. Reducción del albedo.</p>		
<p>SU_N16_LCZs_9C</p> 		
<p>SU_E13_LCZs_9A-C</p> 		
<p>SU_S21_LCZs_8D</p> 		
<p>SU_SE11_LCZs_6C</p> 		

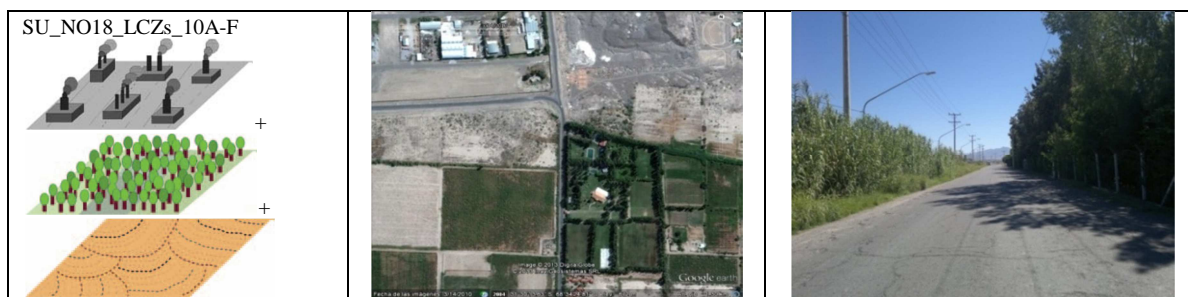


Tabla 3. Fotografías aéreas: fuente Google Earth. Fotografías a nivel suelo tomadas en el relevamiento in situ.

DISCUSIÓN

El uso de zonas climáticas locales para clasificar el paisaje ofrece una mejora con respecto a la clasificación tradicional de urbano o rural. Cada zona y sus propiedades del sitio están debidamente detalladas, ofreciendo un formato claro y normalizado sobre cómo estas zonas influyen en el clima cerca de la superficie. La magnitud de la Isla de Calor Urbana (UHI) por ejemplo, se expresa de manera más objetiva a través de las diferencias de temperatura entre las LCZs, que a través de las diferencias urbano-rurales anteriormente utilizadas. Si la magnitud de la UHI se define de esta manera, se convierte en un indicador más contundente de modificación del clima urbano que los indicadores anteriores existentes. El objetivo del sistema de las LCZs es la estandarización de informes de los sitios de clima urbano, permitiendo perfeccionar la nomenclatura, definición y estructura organizativa del sistema (Stewart and Oke, 2009).

Hasta la fecha, la integración de los conocimientos sobre el clima urbano con la planificación urbana no ha sido especialmente útil o eficaz, en parte debido a que la climatología urbana ha avanzado lentamente en torno a cuestiones de escala. El sistema LCZ podría avanzar en estas cuestiones, ya que ofrece un conjunto básico de principios de clima urbano para los arquitectos, urbanistas, ecólogos e ingenieros. El sistema transmite estos principios a través de escalas espaciales (micro- local) y elementos de diseño (por ejemplo, la altura del edificio y su relación con la cobertura verde) que son elementos relevantes para muchas disciplinas afines a la climatología urbana. El sistema de LCZs, también podría ser usado por los proyectistas de planificación como "mapas climáticos" y "mapas urbano- climáticos".

Para ayudar a cuantificar las capas térmicas y morfológicas de un mapa urbano- climático, es importante utilizar metadatos normalizados como lo son: la estructura urbana, la cubierta y el metabolismo, los cuales pueden ser extraídos de las hojas de datos LCZs y adaptarlos a un área específica (Stewart, I. and Oke, T. 2012).

En la Ciudad Metropolitana de Mendoza, (Puliafito, S; *et al*; 2013), se realizaron estudios sobre la influencia de las áreas verdes en el confort térmico en la microescala de ambientes áridos. Dicha clasificación ayudó a identificar las diferentes condiciones térmicas dentro de la ciudad de Mendoza, permitiendo caracterizar la Isla de Calor Urbana. A su vez la implementación de la clasificación de LCZs propicia la comparación con otros ambientes áridos. En un estudio posterior se compararán los resultados de ambas ciudades áridas, para las mismas categorías de LCZ.

CONCLUSIONES

La conformación urbana de ciudades de escala media como el Área Metropolitana de San Juan, posee características propias que requieren estudios puntuales a fin de relacionarlos con los cambios que el clima macroescalar genera en presencia de la antropización. A su vez, la generalización de categorías de análisis, conforma un requerimiento a la hora de hacer comparables los estudios realizados y resultados obtenidos.

El trabajo es un aporte al respecto, ya que logra integrar conceptos propios de la espacialización de la ciudad de San Juan como son las Bandas Urbanas Características, con criterios de clasificación ampliamente reconocidos en la bibliografía del tema (LCZs), que toman en cuenta la imbricación de aspectos urbanísticos con los climáticos locales.

REFERENCIAS

- Akbari, H.; Pomerantz, M.; Taha, H., (2001) Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy*, 70 (3), 295-310.
- Arnfield, A. J. (2003). "Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island", *International Journal of Climatology*, Vol. 23, pp. 1-26.
- Arino, O.; Ramos, J.; Kalogirou, V.; Defoumy, P. and Achard, F. "GlobCover 2009" (2010) in: *ESA Living Planet Symposium*. Bergen, Norway, pp. 686.
- Charabi, Y.; Bakhit, A., (2011) Assessment of the canopy urban heat island of a coastal arid tropical city: The case of Muscat, Oman. *Atmospheric Research*, 101 (1-2), 215-227.
- Chow, W.; Brzazel, A., (2012) Assessing xeriscaping as a sustainable heat island mitigation approach for a desert city. *Building and Environment*, 47, 170-181.
- Chow, W.; Winston, T.; Brennan, D.; Brazel, A., (2012) Urban Heat Island Research in Phoenix, Arizona: Theoretical Contributions and Policy Applications. *Bull. Amer. Meteor., Soc.*, 93, 517-530.

- Crutzen, P., (2004) New Directions: The growing urban heat and pollution 'island' effect; impact on chemistry and climate, *Atmospheric Environment*, 38 (21), 3539-3540.
- Eliasson, I.; Holmer, B., (1990) Urban Heat Island Circulation in Göteborg, Sweden. *Theor. Appl. Climatol.* 42, 187-196.
- Grimmond, C.; Souch, C.; Hubblel, M., (1996) Influence of tree cover on summertime surface energy balance fluxes, San Gabriel Valley, Los Angeles. *Climate Research*, 6, 45-57.
- Guhathakurta, S.; Gober, P., (2007) The impact of the Phoenix urban heat island on residential water use. *Journal American Planning Association*, 73 (3), 317-329.
- Kurbán, et al.; (2007a). "Espacios verdes y temperatura urbana en ecosistemas áridos". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*; ISSN 0329-5184; Volumen 11 Págs 11.09 a 11.15.
- Kurbán, et al.; (2007b) "Shading by urban forests in arid ecosystems". *Architectural Science Review* .ISSN: 0003-8628. Vol. 50.2. Págs, 122 a 129. University of Sydney- Australia.
- Mirzaei, P.; Haghghat, F., (2010) Approaches to study urban heat island, Abilities and limitations. *Building and Environment* , 45, 2192-2201.
- Nasrallah, H.; Brazel, A.; Balling, R., (2006) Analysis of the Kuwait city urban heat island. *International Journal of Climatology*, 10 (4), 401-405.
- Oke, T. (1976). "The distinction between canopy and boundary-layer heat islands", *Atmosphere*, Vol. 14, pp. 268-277.
- Oke, T. (1981). "Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations", *Journal of Climatology*, Vol. 1, No. 3, pp. 237-254.
- Oke, T. (1982). "The energetic basis of the Urban Heat Island", *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol. 108, pp. 1-24.
- Oke, T., (1989) The micrometeorology of the urban forest. *Journal of Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 324, 335-349.
- Oke, T.; Spronken-Smith, R.; Jauregui, E.; Grimmond, C., (1999) The energy balance of central Mexico City during the dry season. *Atmospheric Environment*, 33, 3919-3930.
- Papparelli, et al.; (2001). "Arquitectura y Clima en Zonas Áridas". 1ra Edición: 1 Vol. 664 páginas; 100 Ejemplares: Editorial Fundación UNSJ. Argentina. ISBN 050-605-063-5. Año 1993. 2da Edición: 1 Vol. 602 páginas; 200 Ejemplares: Editorial Fundación UNSJ. Argentina. ISBN 950-605-136-4. Año 2001
- Papparelli, A.; et al., (2011). "Isla de calor y ocupación espacial urbana en san Juan- Argentina. Análisis evolutivo". *Cuaderno de Vivienda y Urbanismo- Universidad Javeriana*. Volumen 4, N° 7, Págs. 110 a 120. ISBN 2145-0226. Colombia.
- Papparelli, Kurbán, Cúnsulo, et al., (2009). *Características de la Distribución Espacial en la Ciudad de San Juan- Estadística Año 2005* ISBN 978-987- 584-079-9 Editorial Klickzowski/ NOBUKO.
- Papparelli, A.; et al., (2012). *Características de la Distribución Espacial en la Ciudad de San Juan- Estadística Año 2005* ISBN 978-987- 584-079-9 Editorial Klickzowski/ NOBUKO.
- Puliafito, S; et al, (2013). "Green areas and microscale thermal comfort in arid environments: a case study in Mendoza, Argentina". *Atmospheric and Climate Sciences*, 2013, doi:10.4236/acs.2013. (<http://www.scirp.org/journal/acs>)
- Roca, et al.; (2010a) "Influencia Térmica de la Forestación Pública de Alineación en Ciudad de Zona Árida". *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol.14 N°. P1141 - 1147. ISSN: 0329-5184. Salta-Argentina.
- Roca, et al.; (2010b). "Efecto higrotérmico del arbolado público de alineación en zona urbana árida". *Jornadas de Ciencia, Técnica y Creación*. ISBN: 978-950-605-623-0. UNSJ- San Juan- Argentina.
- Roca, et al.; (2011a). "Forestación pública: efecto higrotérmico en una ciudad de zona árida". *I Primer Encuentro de Becarios*. ISBN: 978-950-605-689-6. UNSJ- San Juan- Argentina.
- Roca, et al.; (2012a). "Arbolado Urbano de Alineación y su Influencia Higrotérmica en Zona Áridas". *I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental*. Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. P870-874. ISBN: 978-987-28123-2-4. Mar del Plata- Argentina.
- Roca, et al.; (2012b). "Vegetación Urbana En Zona Árida: Características Bioclimáticas". *IV Jornadas Latinoamericanas*. ISBN: 978-950-605-714-5. UNSJ- San Juan- Argentina.
- Roca, et al.; (2012c). "Arbolado de Alineación: Características Bioclimáticas". *I Jornadas Nacionales de Ambiente*. P62. ISBN: 978-950-658-315-6. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil-Argentina.
- Roca, et al.; (2012d). "Características Bioclimáticas del Arbolado Público de Alineación en una Ciudad de Clima Árido". *III Encuentro Latinoamericano de Arquitectura Sostenible*. ISSN: 2248-7360. Academia Colombiana de Arquitectura y Diseño. Bogotá- Colombia.
- Roth, M., (2007) Review of urban climate research in (sub) tropical regions. *Int. J. Climatol.* 27, 1859-1873.
- Sarrat, C.; Lemonsu, A.; Masson, V.; Guedalia, D., (2006) Impact of urban heat island on regional atmospheric pollution, *Atmospheric Environment*, 40 (10), 1743-1758.
- Sofer, M.; Potchter, O., (2006) The urban heat island of a city in an arid zone: the case of Eilat, Israel. *Theo. Appl. Climatol.* , 85, 81-88.
- Stewart, I. and Oke, T. (2012). Classifying urban climate field sites by "local climate zones": The case of Nagano, Japan. *The seventh International Conference on Urban Climate*, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan.
- Stewart, I. and Oke, T. (2012). "Local climate zones for urban temperature studies". *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 93, pp.1879-1900.
- U.S. Geological Survey (USGS) "The Global Land Cover Characterization (GLCC) Database", (2010). Available from: http://www.src.com/datasets/GLCC_Info_Page.html

ABSTRACT: The purpose of this study is to adopt and propose a more detailed microscale classification of intra-city urban conditions, in view of a hygrothermal comfort optimization, taking into account the influence of land use, afforestation and urban built structures. We select a series of Sample Areas Study for the San Juan metropolitan area, under the international classification system of Local Climate Zones. We updated previous works using the Urban Bands Features. This new selection of sampling points and urban climate classification, will be the subject of subsequent meteorological and air quality measurements, to assess the influence of afforestation at Urban Roads Channels (CVU) in mitigating some environmental problems caused by the heat island. The work manages to integrate concepts from the spatial planning of the city of San Juan with standard climate classification criteria. This classification is expected to be general enough to allow comparisons with similar areas in different cities.

Keywords: Urban Climate- Urban Climate Zones- Characteristic Urban Bands- Urban Canyons- Thermal Comfort.