

ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE LOS ESPACIOS. ESTUDIO DEL POTENCIAL DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO ADIABÁTICO DENTRO DEL ÁREA METROPOLITANA DE MENDOZA, ARGENTINA.

Correa E. N. ^{1*}; De Rosa C. ^{1**}; Lesino G. ^{2**}.

¹ LAHV- Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda -INCIHUSA- CONICET.

Mendoza-Argentina. ecorrea@lab.cricyt.edu.ar

² INENCO - Instituto de Investigaciones en Energías No Convencionales –Universidad Nacional de Salta- CONICET.

Salta- Argentina. lesino@unsa.edu.ar

RESUMEN: Una parte importante de la energía que se consume en las ciudades está vinculada con el sector edilicio, donde el impacto del uso de sistemas convencionales de aire acondicionado puede llegar a representar hasta el 75% de la energía total consumida. Por otra parte la sustentabilidad urbana desde el punto de vista energético y ambiental se apoya en el conocimiento y aprovechamiento de las posibilidades que ofrece cada ciudad; es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo determinar el potencial de disminución de la temperatura del aire por medio de sistemas de enfriamiento evaporativo adiabático para toda el área metropolitana de Mendoza, Argentina. Los resultados revelan que la ciudad presenta un buen potencial, cuyos máximos se registran durante el verano, alcanzando valores que superan los 16 °C, entre las 10 y 22 hrs., en correspondencia con la estación y el horario de mayor solicitud de los sistemas de acondicionamiento de aire. Se obtiene además para cada una de las zonas monitoreadas una ecuación que permite estimar el potencial de enfriamiento evaporativo adiabático en función de la humedad relativa del lugar. Los resultados obtenidos se han representado mediante S.I.G.

Palabras clave: enfriamiento pasivo, enfriamiento evaporativo, clima urbano, área metropolitana de Mendoza, S.I.G.

INTRODUCCION

Es bien conocida la crisis energético-ambiental que afecta nuestro planeta como consecuencia de la forma irresponsable y dispendiosa en que se han utilizado los recursos naturales durante el último siglo. Dentro de este contexto, las ciudades son responsables de absorber tres cuartas partes de los recursos mundiales y su mantenimiento y construcción representa un 33% de la energía consumida y el 50% de los residuos generados (Girardet, 2001). Es por ello que la optimización del uso de los recursos en el ámbito de las mismas representa un objetivo de considerable impacto.

La sustentabilidad urbana desde el punto de vista energético y ambiental se apoya en el conocimiento y aprovechamiento de las posibilidades que ofrece cada ciudad de acuerdo a su emplazamiento geográfico, tipo de clima, morfología, materialidad y todo aquello relacionado con la dinámica de la ciudad, (sistemas de transporte, intensidad de tránsito vehicular, combustibles que se consumen, hábitos de movilidad, estilo de vida de sus habitantes, etc.).

Una parte importante de la energía que se consume en las ciudades está vinculada con el sector edilicio, donde el impacto del uso de sistemas convencionales de aire acondicionado puede llegar a representar hasta el 75 y 80% de la energía total consumida (Santamouris, 2001). Particularmente en la Argentina, la demanda residencial de energía eléctrica representa más del 40% de la demanda total de los distribuidores y tiene tasas de crecimiento que desde el año 2002 se superan cada año. Ver figura 1. Al mismo tiempo la instalación de equipos de aire acondicionado en el país se encuentra creciendo de modo sostenido, ver figura 2, y es conocido que son uno de los electrodomésticos que más energía consumen. Según el Indec, la producción de equipos de aire acondicionado entre 2000 y 2005 creció en un 250 %.

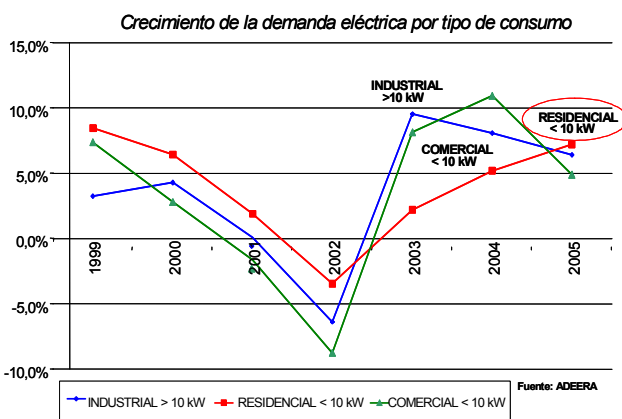


Figura 1- Crecimiento de la Demanda de Energía Eléctrica Argentina (1995-2005)

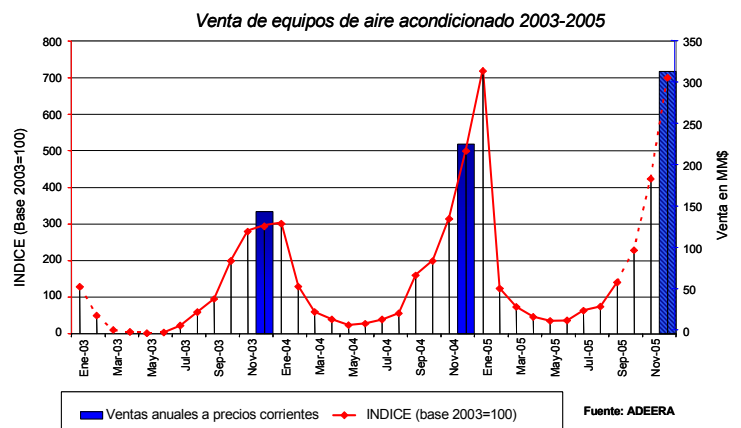


Figura 2- Venta de Equipos de Aire Acondicionado en Argentina (2003-2005)

Si bien la energía usada en la edificación es función del clima y del uso previsto, también lo es de las características arquitectónicas de la ciudad, la cual a su vez modifica el clima local, generando un microclima. Particularmente el Gran Mendoza, presenta un efecto de isla de calor cuyas máximas alcanzan los 10 °C, tanto en invierno como en verano, con un valor medio de 6°C a lo largo de todo el año (Correa, et al.; 2006). Al mismo tiempo los perfiles horizontales de distribución de humedad absoluta también se ven modificados por la existencia de la ciudad y las distintas configuraciones presentes en ella; variando el contenido de humedad del aire dentro de la ciudad, entre valores que oscilan en 6.8 a 14.0 g de agua / Kg. de aire seco durante el verano y 5.9 a 8.0 g de agua / Kg. de aire seco durante el invierno (Correa, et al.; 2006).

Por otra parte los medios que hacen posible el enfriamiento pasivo son los depósitos energéticos ambientales los cuales permiten mantener un equilibrio entre la energía que llega a la tierra continuamente procedente del sol y la que debe ser disipada para mantener una temperatura adecuada para la vida sobre el planeta. Estos depósitos ambientales reciben también el calor descargado por los sistemas activos. Los tres depósitos energéticos ambientales son la bóveda celeste, la atmósfera y el subsuelo.

En particular la transferencia de calor hacia la atmósfera implica la participación de viento, o sea, aire en movimiento, que se produce en primera instancia a través de la convección. Esta transferencia de calor está influenciada también por el contenido de vapor de agua y la presión que constituyen características físicas del aire. Es por ello que la evaporación del agua para efectos de enfriamiento del aire representa un potente recurso de enfriamiento natural, en especial en regiones de clima cálido-seco (como es el caso del área de estudio).

Específicamente en la ciudad de Mendoza durante el verano 2005-2006 la venta de equipos de aire acondicionado creció un 15% respecto del verano anterior (González, 2006), tendencia que acompaña la del país. El incremento en el consumo de energía asociado al endurecimiento de las condiciones climáticas a escala macro causadas por el cambio climático y a escala micro causadas por los efectos de la urbanización, pone de manifiesto la importancia de conocer cuál es el potencial de aplicación de las distintas estrategias de enfriamiento disponibles para el ámbito del área Metropolitana de Mendoza.

El presente trabajo forma parte de un estudio destinado a evaluar el potencial de enfriamiento -evaporativo, radiativo y convectivo- que presentan las distintas zonas que componen el área metropolitana de Mendoza y confeccionar mediante S.I.G. (sistemas de información geográfica) los mapas de zonificación correspondientes, con el fin de contar con una herramienta de singular valor a la hora de seleccionar y diseñar estrategias pasivas y activas de acondicionamiento de los espacios tanto urbanos como edificios en el ámbito de la ciudad.

METODOLOGÍA

Los avances en sistemas de información geográfica (S.I.G.) sumados al monitoreo de una gran cantidad de variables meteorológicas urbanas permiten evaluar el potencial de aplicación de distintos sistemas de acondicionamiento térmico (ya sea activos o pasivos) de acuerdo a las condiciones climáticas de cada región y las condiciones microclimáticas que la estructura de la propia ciudad impone.

Adquisición de los datos meteorológicos.

En este trabajo los resultados obtenidos derivan de los registros meteorológicos correspondientes a las campañas de monitoreo de clima urbano realizadas en el Área Metropolitana de Mendoza (AMM) durante los años 2005-2006. Durante estos años los datos de temperatura, humedad relativa, humedad específica (g de agua/m³ de aire) y temperatura del punto de rocío y presión para el aire presente en los distintos cañones urbanos monitoreados se obtuvieron mediante 16 estaciones automáticas instaladas dentro de la ciudad que registran las condiciones del cañón urbano cada 15 minutos, con el objeto de monitorear el comportamiento higro-térmico del área metropolitana de manera continua. Las estaciones son del tipo H08-003-02, los sensores se han colocado a una altura de 2,5 m desde el nivel de la calle (Oke, 2004), dentro de cajas perforadas de PVC blanco (Correa, et. al; 2005). Ver en la figura 3 la distribución de las estaciones fijas de monitoreo y su disposición en campo.

Los sitios de monitoreo seleccionados representan diferentes morfologías urbanas y usos de suelo presentes en la ciudad estudiada. Los puntos de medición, además de cubrir todos los sentidos de desarrollo de la ciudad cumplen con los criterios de representatividad (homogeneidad y alcance) propuestos por Oke (2004) en su trabajo sobre adquisición de datos meteorológicos en áreas urbanas.

Determinación del potencial de enfriamiento evaporativo adiabático.

Cuando se ponen en contacto aire no saturado con una superficie líquida libre expuesta se produce una transferencia de simultánea de calor y masa; debido a que la presión de vapor del agua en la superficie es mayor que la del aire insaturado ocurre la vaporización del agua. Para poder pasar del estado líquido a vapor, el agua necesita "hervir", y por lo tanto requiere de energía en forma de calor; cuando este cambio ocurre en el seno de la mezcla agua-aire, el calor lo tomará la mezcla de su energía interna, provocando una disminución de la temperatura de esta, este efecto de enfriamiento que toma calor de sí mismo, se le llama enfriamiento adiabático.

El potencial de enfriamiento evaporativo es función de la presión de vapor del agua en el aire y se incrementa cuando la diferencia entre la temperatura de bulbo seco y la de bulbo húmedo aumenta. Por lo que la eficiencia de aplicación de un sistema de refrescamiento adiabático evaporativo depende de la diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo de cada región (Whitaker, 1979; Silva, 1998).



Figura 3: Distribución y disposición de las estaciones fijas de monitoreo dentro del Área Metropolitana de Mendoza.

A partir de los datos meteorológicos registrados por las 16 estaciones colocadas dentro del área metropolitana de la ciudad y considerando una eficiencia de 100 %, el potencial de reducción de temperatura del aire por medio de sistemas de refrescamiento adiabático -PEA- (potencial de enfriamiento evaporativo adiabático) fue calculado para cada estación cada 15 minutos, este potencial es equivalente a las diferencias entre las temperaturas de bulbo seco y las temperaturas de bulbo húmedo (ecuación 1).

$$PEA = (Tbs - Tbh) \tag{1}$$

Donde:

Tbs es la temperatura de bulbo seco.
Tbh es la temperatura de bulbo húmedo.

El dato de temperatura de bulbo seco es registrado por las estaciones de monitoreo, en el caso de la temperatura de bulbo húmedo, el dato se ha calculado mediante la ecuación (2) resultante de la aplicación del método propuesto por Jensen, et al (1990) para obtener la temperatura de bulbo húmedo a partir de los datos de humedad relativa y temperatura de bulbo seco:

$$Tbh = (-5.806 + 0.672 * Tbs - 0.006 * Tbs * Tbs + (0.061 + 0.004 * Tbs + 0.000099 * Tbs * Tbs) * HR + (-0.000033 - 0.000005 * Tbs - 0.0000001 * Tbs * Tbs) * HR * HR) \tag{2}$$

Tratamiento cartográfico y geoestadístico de los datos.

Los datos de PEA obtenidos a partir del procesamiento de los registros de cada una de las estaciones de monitoreo, se han procesado estadísticamente y su distribución espacial dentro del área metropolitana de Mendoza se ha representado, para distintos períodos del día y estaciones del año, mediante sistemas de información geográfica haciendo uso del software Arc View 3.2.

En el presente estudio para digitalizar la distribución de la variable analizada -PEA-, los datos se han interpolado mediante el método IDW (inverso de la distancia). Para favorecer los cálculos, el número y la distancia a los puntos vecinos a tener en cuenta, tiene que obviar aquellos demasiado alejados, y restringirlos a un número determinado. En nuestro estudio consideramos un radio variable, con un límite máximo de 2000 m y un número de 12 puntos para el análisis.

Para estudiar la relación entre el contenido de humedad del aire, su temperatura y el potencial de enfriamiento evaporativo adiabático de cada zona se han trazado para cada mes monitoreado y cada estación las curvas de correlación PEA versus temperatura del aire en °C y PEA versus humedad relativa.

RESULTADOS OBTENIDOS

Distribución espacio-temporal de los potenciales de enfriamiento evaporativo adiabático para el AMM.

Los datos de PEA obtenidos para cada estación durante el período evaluado se han promediado hora a hora, el comportamiento de los valores registrados para cada estación y su distribución se han analizado estadísticamente; los resultados estacionales se muestran en la tabla N° 1.

Tabla N° 1: Valores medios estacionales del potencial de enfriamiento evaporativo adiabático para los distintos sectores dentro del Área Metropolitana de Mendoza (AMM).

Sector	Estación urbana	PEA verano			PEA otoño			PEA invierno			PEA primavera		
		media	media na	Desvío St.	media	media na	Desvío St.	media	media na	Desvío St.	media	media na	Desvío St.
Centro	50	8.63	8.79	3.35	6.19	6.21	2.46	5.58	5.50	2.18	5.56	5.62	1.85
Sector Norte	55	8.27	7.93	3.5	5.56	4.96	3.01	5.16	4.78	2.73	7.93	8.16	3.36
	59	5.7	4.5	4	4.42	3.45	3.32	4.07	3.49	2.75	6.15	5.32	3.9
Sector Sur	47	8.53	8.55	3.58	5.8	5.6	2.71	5.14	4.82	2.54	8.15	8.22	3.5
	44	8.49	8	4.20	5.48	4.94	3.11	5.03	4.79	2.49	8.11	8.32	3.12
	40	7.06	5.67	4.78	4.37	2.97	3.75	3.96	3.07	3.05	6.73	6.82	3.96
Sector Oeste	6	7.76	7.76	3.21	5.23	4.8	2.72	4.76	4.31	2.63	7.85	8.14	3.21
	4	7.70	7.14	3.77	4.98	4.20	2.99	4.77	4.48	2.60	7.84	7.83	3.20
	3	6.22	5.31	4.31	4.53	3.07	3.71	3.9	2.3	3.16	6.2	5.11	4.16
Sector Este	11	8.97	8.33	4.5	6.46	5.75	3.65	5.74	5.25	2.94	8.52	8.45	3.4
	14	8.03	7.33	4.15	5.22	4.35	3.25	5.36	4.54	2.9	7.41	7.31	3.5
	15	7.64	7.27	4.06	4.93	4.2	3.25	4.1	3.42	2.5	7.38	7.33	3.5
Sector N-E	72	8.10	7.51	4.04	5.73	4.9	3.6	5.1	4.56	2.84	7.85	7.8	3.46
	78	8.9	8.6	4.5	6.1	5.6	3.9	3.9	3.1	2.7	7.9	7.9	3.6
Sector N-O	64	8.16	8.18	3.5	5.7	5.6	2.7	5.01	4.83	2.53	7.79	7.91	3.17

Los resultados que muestra la tabla N° 1 indican que para el ámbito de la ciudad de Mendoza las distintas zonas presentan buenas posibilidades de enfriamiento evaporativo, presentando máximo potencial durante el verano y levemente menor durante primavera y otoño, resultados que a priori demuestran la potencialidad de la aplicación de este tipo de estrategias de acondicionamiento para el refrescamiento durante los meses más cálidos del año.

Los valores medios de reducción de la temperatura del aire para los meses de verano (diciembre, enero, febrero y marzo) oscilan entre los 8.9 °C y los 5.7 °C, presentándose las áreas de mayor densidad edilicia y porcentaje de sellamiento de suelo (estaciones 50, 47, 44, 11, 72) como las áreas con mayor potencial de enfriamiento; y los espacios abiertos y vegetados de la periferia como los de menor potencial (estaciones 3 y 59), además los valores máximos medios oscilan durante el verano alrededor de los 12 °C.

Dentro de los meses evaluados el mes que presenta mayor potencial es el mes de enero con valores medios de reducción de la temperatura del aire que oscilan entre los 11 y 8.5 °C; alcanzando máximos medios de 14 °C.

Los valores mínimos de potencial de refrescamiento evaporativo del aire se registran durante el mes de junio, con valores medios que oscilan entre los 5.5 y los 3.6 °C, con máximos medios que entre los 7 °C.

Distribución horaria de las posibilidades de enfriamiento evaporativo para distintas zonas de la ciudad y en distintas estaciones

Para analizar la distribución horaria de los potenciales de enfriamiento evaporativo de las distintas zonas de la ciudad monitoreadas se trazaron para cada mes y cada estación de monitoreo las curvas de distribución horaria del potencial de enfriamiento evaporativo.

La figura 4 muestra las curvas de distribución horaria del PEA (potencial de enfriamiento evaporativo adiabático) para los meses de enero, abril, julio, octubre; meses considerados representativos de cada una de las estaciones del año, para la estación 50 en el centro de la ciudad y las estaciones 40 y 64 que representan zonas correspondientes a la periferia residencial urbana vegetada (40) y la periferia residencial urbana sobre el área pedemontana (64). Las estaciones seleccionadas son representativas del comportamiento general de las distintas zonas del AMM.

La forma de las curvas muestra que durante el verano (enero) el máximo potencial de enfriamiento del aire se registra entre las 10 y las 22 hs. para las zonas correspondientes al centro de la ciudad y sus alrededores, estaciones 50, 6, 11, 55, 47 y 4; y entre las 10 y las 20 hs., dos horas menos, para las zonas correspondientes a la periferia vegetada, estaciones 40, 3, 14 y 59. Las estaciones insertas en la zona residencial periférica al este y noreste (72, 78, y 15) presentan una situación intermedia registrando los máximos entre las 10 y las 21 hs. En el caso del área residencial sobre el pedemonte estación 64, el comportamiento es semejante al de la ciudad, a pesar de su configuración urbana diferente, esto puede explicarse debido a las propiedades térmicas del suelo natural de la zona (piedra y ripio principalmente), lo que sumado a la intensa urbanización y los altos valores de visión de cielo de sus cañones urbanos, aumentan la inercia térmica de la zona y su capacidad de almacenar calor. Sumado a esto el aire seco que desciende de las laderas de las montañas durante la noche disminuye el contenido de humedad del aire y mejora las posibilidades de enfriamiento evaporativo. Durante la primavera la situación es semejante al verano.

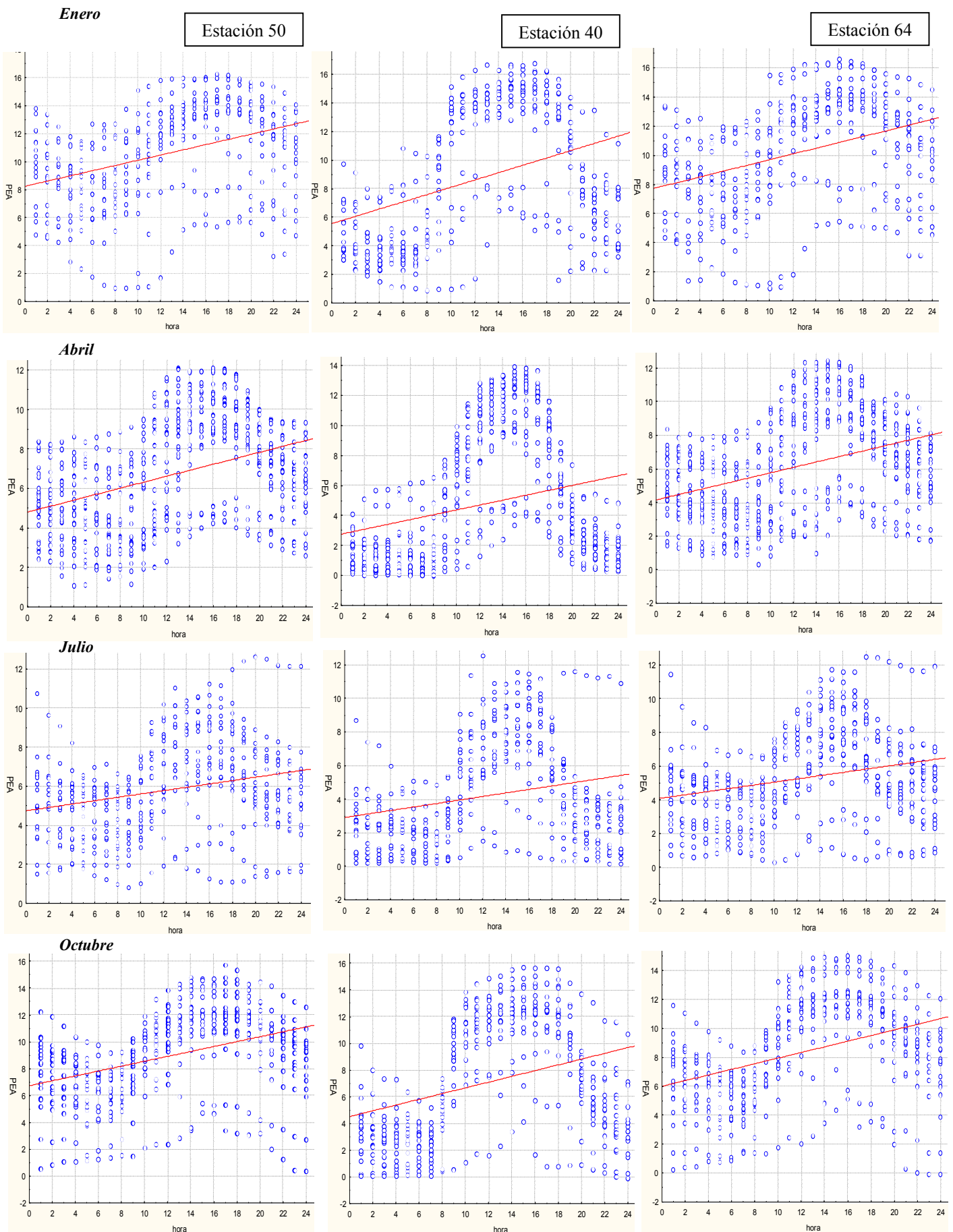


Figura 4: Distribución horaria de los potenciales de enfriamiento evaporativo adiabático registrados durante los años de monitoreo, para tres áreas representativas de la ciudad de Mendoza, el centro de la ciudad (estación 50), la periferia residencial en el pedemonte (estación 64) y la periferia residencial verde al sur (estación 40).

En el caso del otoño y el invierno el horario de registro de las máximas es de 12 a 20 hs. para el centro del área metropolitana y sus alrededores; y de 12 a 18 hs. para las áreas residenciales periféricas, ya sea que se trate de áreas vegetadas o zona pedemontana.

Las figuras 5 a 8 muestran el mapeo de la distribución del potencial de enfriamiento adiabático medio dentro del Área Metropolitana de Mendoza, para las cuatro estaciones del año.

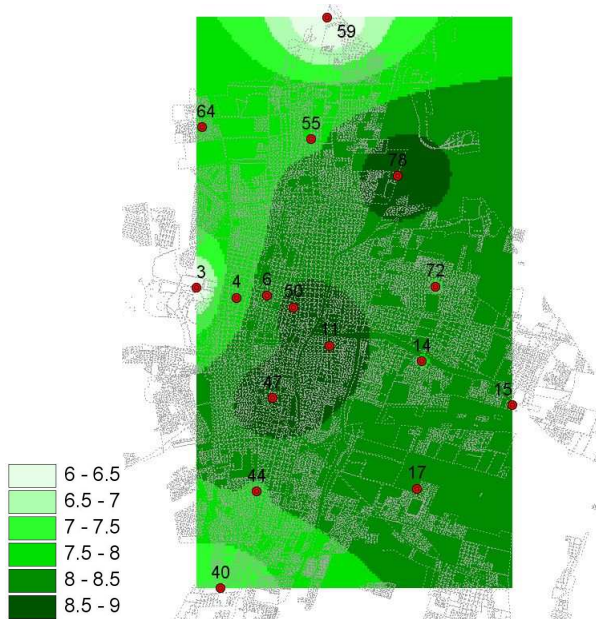


Figura 5. Distribución del PEA medio verano

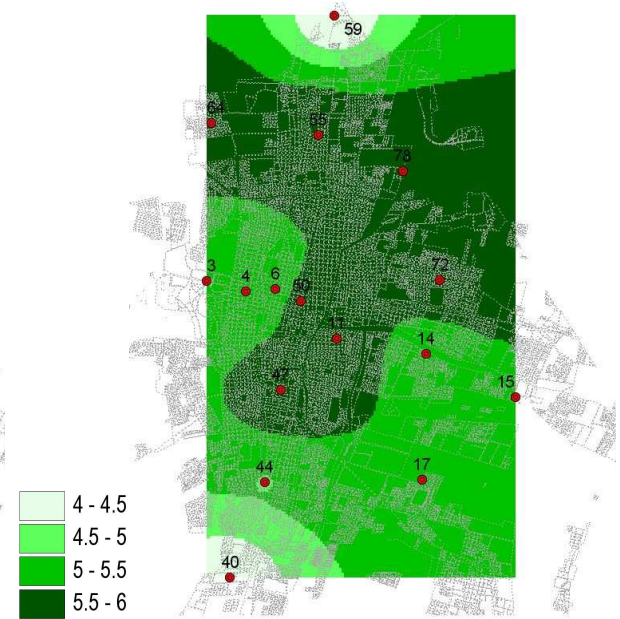


Figura 6. Distribución del PEA medio otoño

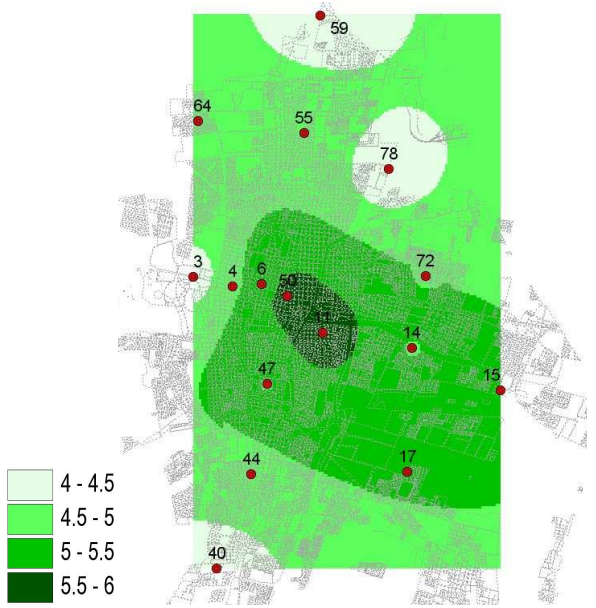


Figura 7. Distribución del PEA medio invierno

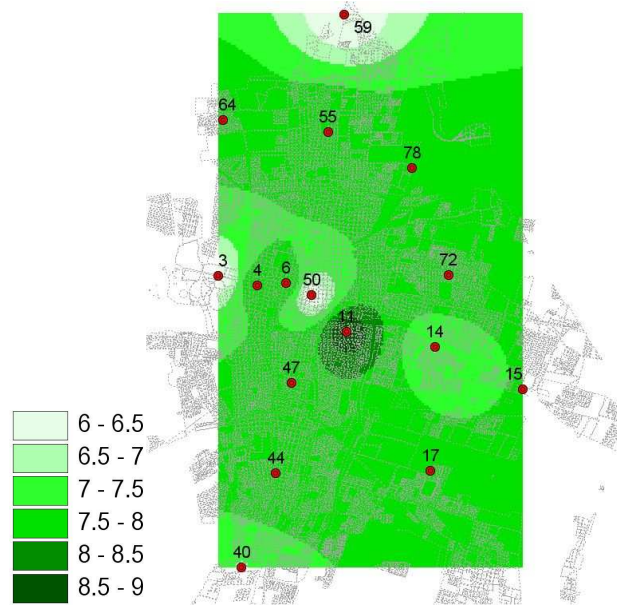


Figura 8. Distribución del PEA medio primavera

Los mapas muestran claramente como durante el verano la zona central de la ciudad y sus alrededores de alta y media densidad edilicia aparecen como las zonas de mayor potencial de refrescamiento evaporativo adiabático, seguidas por las áreas urbanas de baja densidad intermedias a la periferia, del mismo modo las áreas urbanas periféricas vegetadas se presentan durante el verano y en casi todas las demás estaciones como las áreas de menor potencial, lo que es de esperar debido a sus menores temperaturas y mayores contenidos de humedad con respecto al área central de la ciudad donde se concentra el centro cívico comercial.

En otoño e invierno los potenciales disminuyen homogenizándose la situación entre el área urbana central y las zonas intermedias, registrándose siempre como zona de mayor potencial el centro de la ciudad y sus zonas aledañas estaciones 50,11 y 47.

Durante la primavera se recuperan los valores medios de enfriamiento evaporativo, pero la distribución dentro del área metropolitana es diferente.

La distribución espacial diferente de los potenciales de enfriamiento evaporativo de acuerdo a las estaciones del año bien puede explicarse por diversos factores que se interrelacionan, uno de ellos es la ocurrencia de las lluvias, las cuales en nuestra provincia son propias del verano, que es la estación húmeda; en este sentido el sellamiento de los suelos asociado a los altos niveles de urbanización de la zona central de la ciudad y sus alrededores, disminuyen la infiltración y el contenido de humedad de los suelos de esta parte de la ciudad en comparación con los alrededores menos impermeabilizados, esta diferencia en la disponibilidad de humedad del suelo disminuye significativamente el aporte de humedad al aire debido a la evaporación durante las horas de mayor radiación durante el verano.

Sin embargo en la primavera la ciudad se encuentra fría dada su inercia térmica, esto sumado a la menor cantidad de lluvias en invierno y primavera, la menor cantidad de horas de radiación solar disponible comparadas con el verano y la intensa forestación urbana no caducifolia, compuesta por plátanos y tipas, principalmente en los alrededores de la estación 50, que hacen su aporte de evapotranspiración, hacen que la diferenciación entre el centro y los alrededores sea menos contrastante.

Finalmente se correlacionaron los datos monitoreados de humedad relativa, temperatura de bulbo seco y humedad absoluta frente a los valores de PEA para los meses cálidos (considerados desde octubre a marzo) para cada una de las zonas evaluadas dentro de la ciudad. Los resultados muestran que como era de esperarse el mayor ajuste se presenta al correlacionar el potencial de enfriamiento adiabático en función de los valores de humedad relativa del lugar, dado que esta variable es función tanto de la temperatura de bulbo seco como de la humedad absoluta del aire para cada zona.

La tabla N° 2 muestra la ecuación para cada una de las estaciones de monitoreo. En la misma se observa que para todos los casos evaluados el ajuste es superior al 86%.

Tabla N° 2: Correlaciones entre la Humedad Relativa (HR) y el Potencial de Enfriamiento Adiabático Evaporativo (PEA) para las distintas zonas dentro del AMM. Para los meses cálidos (octubre a marzo)

Sector	Estación urbana	PEA vs. HR	R ²
Centro	50	$PEA = -9.08 * \ln(HR) + 41.79$	0.86
Sector Norte	55	$PEA = -9.94 * \ln(HR) + 45.14$	0.88
	59	$PEA = -9.70 * \ln(HR) + 43.95$	0.93
Sector Sur	47	$PEA = -9.98 * \ln(HR) + 45.24$	0.88
	44	$PEA = -10.37 * \ln(HR) + 46.81$	0.88
	40	$PEA = -10.33 * \ln(HR) + 46.65$	0.94
Sector Oeste	6	$PEA = -9.60 * \ln(HR) + 43.71$	0.89
	4	$PEA = -10.16 * \ln(HR) + 46.08$	0.88
	3	$PEA = -10.49 * \ln(HR) + 47.35$	0.93
Sector Este	11	$PEA = -10.92 * \ln(HR) + 49.12$	0.90
	14	$PEA = -10.43 * \ln(HR) + 47.10$	0.91
	15	$PEA = -10.24 * \ln(HR) + 46.35$	0.91
Sector N-E	72	$PEA = -10.45 * \ln(HR) + 47.24$	0.90
	78	$PEA = -10.75 * \ln(HR) + 48.25$	0.88
Sector N-O	64	$PEA = -9.81 * \ln(HR) + 44.62$	0.88

Las ecuaciones para cada una de las zonas monitoreadas muestran claramente que el comportamiento del potencial de enfriamiento evaporativo adiabático (PEA) en función de la humedad relativa del lugar presenta una distribución parecida para todos los casos evaluados, resultando muy bien correlacionada la estimación de una variable en función de la otra. Por lo que el uso de estas correlaciones para la estimación de los potenciales que presenta cada zona dentro de la ciudad resulta una alternativa válida y sencilla.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el enfriamiento evaporativo adiabático resulta ser una estrategia de muy buena potencialidad para el acondicionamiento de los espacios ya sean interiores o exteriores, para el ámbito del área metropolitana de Mendoza. El acondicionamiento debe resolverse mediante el adecuado diseño de los sistemas ya sean activos o pasivos. Como

generalmente los sistemas activos funcionan con un 80% de rendimiento respecto al potencial ideal, esto significaría que para el caso de la zona central de la ciudad y sus alrededores se podría disminuir la temperatura del aire entre 11 y 12 °C, durante las horas de mayor temperatura desde las 10 de la mañana a las 10 de la noche.

Dada la baja frecuencia e intensidad de los vientos locales y la disminución de las posibilidades de enfriamiento radiativo, asociada a la combinación de la geometría de los cañones urbanos y la intensa forestación de la ciudad, esta herramienta se presenta como una alternativa válida y promisoría para su desarrollo.

Es necesario tener en cuenta que nuestra provincia tiene restricciones con respecto al recurso hídrico, por lo cual, cualquier propuesta de diseño de sistemas de acondicionamiento evaporativo (activos o pasivos) deberá contemplar la reutilización y el aprovechamiento máximo del recurso para que la estrategia resulte sustentable.

Finalmente el trabajo arroja una serie de ecuaciones que permiten calcular para distintas áreas dentro del ámbito de la ciudad el potencial de enfriamiento evaporativo adiabático solo con el valor de la humedad relativa correspondiente; con una aproximación superior al 86 %. Lo que constituye una verdadera herramienta de diseño para ingenieros y urbanistas.

REFERENCIAS

- Correa E. N., De Rosa C. y Lesino G. (2005). Isla de Calor Urbana. Monitoreo y análisis del impacto de la configuración de los espacios sobre la temperatura del aire en la ciudad de Mendoza. AVERMA- Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente- Vol. 9, 11,49-54. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- Correa E.N., De Rosa C. and Lesino G. (2006) "Impact of the urban design strategies on the urban climate in arid regions. The case of Mendoza's Metropolitan Area, in Argentina". In International Conference "Living in hot Deserts: Is a sustainable urban design still possible in arid regions". Algeria
- Girardet, H. (2001). Creando Ciudades Sostenibles. Valencia: Ed. Tilde.
- González (2006) Nota diario "Los Andes Online". Mendoza, 9 de setiembre, <http://www.losandes.com.ar>
- Jensen, et. al. (1990). ASCE. Manual N° 70, pp. 176-177.
- Oke, T.R (2004). "Initial Guidance To Obtain Representative Meteorological Observations At Urban Sites". Iom Report, Td In Press, World Meteorological Organization, Geneva.
- Santamouris, M. (2001). Energy and Climate in the Urban Built Environment. James & James. UK. ISBN 1873936907.
- Silva, I.J.O. (1998). Climatización de las instalaciones para bovinos lecheros. En Silva (Ed.). Ambiente en la producción de leche. Piracicaba: FEALQ, cap.6, p.114-145.
- Whitaker, J.H. (1979). Agricultural building and structure. Heston: Heston Publishing Company.

ABSTRAC: An important part of the energy consumed in cities is linked to the building sector, where the use of conventional air conditioning systems can represent as much as 75% of the total energy consumed. On the other hand, the urban sustainability from the energetic and environmental viewpoints leans on the knowledge and possibilities each city offers; for this reason, the scope of this work is to determine the potential reduction of the air temperature by means of adiabatic evaporative cooling, inside of Mendoza's Metropolitan Area, in Argentina. Results show that the city presents good potential, whose maximums are registered during the summer, reaching values of 16 °C, from 10 A.M. to 10 P.M, corresponding with the season of the year and the time of the day that present greater demand of air conditioning. In addition, an equation that allows estimating the potential of adiabatic evaporative cooling as function of the relative humidity is obtained for each of the monitoring areas. The results have been plotted by means of G.I.S.

Key words: passive cooling, evaporative cooling, urban climate, Mendoza's Metropolitan Area, GIS.