

# INFLUENCIA DE LA MASA TÉRMICA EN LA EVOLUCION DE TEMPERATURAS URBANAS

Di Bernardo E.<sup>#</sup>, Vazquez J.\*

Centro de Estudios del Ambiente Humano  
Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño - Universidad Nacional de Rosario  
Riobamba 220 bis - 2000 Rosario - Argentina  
Tel./Fax: 041-81 7868 - E-mail: postmaster@sifasf.edu.ar

## RESUMEN

El crecimiento desmesurado de las ciudades, especialmente en países periféricos, puede tener efectos desastrosos en el ambiente urbano y su economía. La correcta aplicación del clima en el uso del suelo, urbanización y edificios puede contribuir a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

En sistemas urbanos muy extendidos, como es el caso de Rosario (33° S, 60° W), existen fuertes contrastes de sus elementos dentro de sus límites. La magnitud de las anomalías urbanas depende además del tamaño del área. Las variaciones intraurbanas en temperatura y velocidad de viento están fuertemente relacionadas con los patrones de uso del suelo y la morfología.

Se presentan estrategias de diseño e índices de confort térmico urbano a los efectos de brindar pautas de diseño arquitectónicas y urbanas en la construcción de partes de ciudad, y un análisis de datos de temperaturas máximas y mínimas urbanas de una campaña de mediciones en período invernal y estival, correspondientes a un sector consolidado de la trama urbana de la ciudad, comparados con los registros del SMN, estación Rosario Aero.

## INTRODUCCIÓN

La población tiende a congregarse en áreas urbanas por las mayores oportunidades de acceso a distintas opciones de servicios y sistemas sociales más complejos en salud, educación, comunicaciones, comercio e interacciones sociales. En países desarrollados, tanto la proporción de crecimiento de la población como de la urbanización está en disminución, más aún en grandes ciudades hay signos de una real declinación (contraurbanización). En contraste, las porciones menos desarrolladas del mundo se proyectan a un crecimiento rápido, tanto en la población total, como en la proporción de los habitantes urbanos. Actualmente existen en el mundo 34 áreas urbanas con población mayor a 5 millones de habitantes, 11 de las cuales tendrán poblaciones entre 20-30 millones a comienzos del siglo XXI (Méjico, San Pablo, etc.)

Otra diferencia aún mayor entre las dos regiones es el hecho histórico que en los países desarrollados la urbanización ocurre en conjunción con el proceso de industrialización. En regiones menos desarrolladas la urbanización ocurre anteriormente a la industrialización como resultado de las migraciones provenientes de áreas agrícolas. Las ciudades, entonces encuentran casi imposible proveer las necesidades de los habitantes: vivienda, trabajo, alimentos, energía, agua, seguridad, educación, transporte, etc. [1]

Uno de los problemas en la investigación de la climatología urbana y su relación con el diseño de edificios y planificación, es la cuestión de las escalas de tiempo y espacio del fenómeno atmosférico. Se relaciona con la selección de los sitios e instrumentos de medición. Esto requeriría mediciones continuas en un espacio tridimensional, incluyendo la capa subsuperficial, la capa de aire entre edificios y las capas por encima del nivel de techo hasta varios cientos de metros o aún kilómetros por sobre el piso.

Los espacios abiertos, de distinta escala, insertos en la trama urbana, modifican las variables climáticas como la temperatura, humedad, radiación solar y viento, en función de sus características superficiales y de la vegetación (al mismo tiempo, la disposición de edificios, densidad, altura, orientación y distancia altera los patrones de distribución de flujo de aire y temperatura), e interactúan con el entorno circundante.

## DESARROLLO

### Naturaleza física de sistemas urbanos en climas templados.

En general el ambiente urbano se distingue del rural por una o más de las siguientes características:

- \* disposición regular de superficies masivas.
- \* superficies con dimensiones verticales del mismo orden de magnitud que sus dimensiones horizontales.
- \* materiales de superficie densos con altos valores de conductividad y capacidad térmica.
- \* bajo contenido de humedad en los suelos debido al rápido escurrimiento y tratamiento superficial.
- \* fuentes de calor interior, vapor de agua, contaminantes y turbulencias. [2]

Las ciudades difieren de las áreas suburbanas y/o rurales no solamente en temperatura sino también en otros aspectos climáticos. El clima aquí es considerado para significar el resultado neto de múltiples e interrelacionadas variables incluyendo la temperatura, el contenido de vapor de agua en la atmósfera, la

<sup>#</sup> Director CEAH, Investigador CIUNR

\* Investigador CIUNR

velocidad del viento, la intensidad de la radiación solar y las precipitaciones. A menudo estos factores no varían en el mismo modo en que lo hacen en las áreas abiertas, sin embargo pueden ser medidos directamente como diferencias entre la ciudad y su entorno. Esta diferencia es también visible en el fenómeno urbano, tales como el smog persistente, el brotar prematuro de plantas y los períodos más prolongados libres de heladas.

La ciudad en sí misma es la causa de estas diferencias. Las masas compactas de edificios y las superficies pavimentadas constituyen un cambio importante del paisaje natural así como las actividades del hombre son una fuente mensurable de producción de calor.

Todos estos factores considerados conjuntamente explican las cinco influencias básicas que diferencian el clima de una ciudad de aquél de su entorno inmediato:

- a. **Transformación artificial de las superficies de piso:** Los *materiales* que definen las superficies urbanas difieren de aquellos del paisaje natural, siendo mejores conductores y teniendo capacidades térmicas más elevadas. El albedo promedio también varía del campo a la ciudad. La *forma* de la superficie urbana también difiere de las formas correspondientes al área abierta, conduciendo a una mayor fricción entre los vientos y las superficies locales. Las superficies exteriores reflectantes de los edificios actúan como radiadores que amplifican los efectos de la radiación incidente. El efecto diferenciador de este factor urbano en relación al campo es maximizado cuando el sol se encuentra bajo en el cielo: el área abierta ofrece muy pocas superficies verticales.
- b. **Los sistemas de drenaje urbano** usualmente evacúan las precipitaciones que caen sobre la ciudad en corto tiempo. El escurrimiento natural de la humedad en el piso se ve limitado. La evaporación y transpiración media urbana es baja en comparación con las correspondientes a áreas rurales adyacentes.
- c. **Incremento de la polución del aire:** la actividad urbana genera humo, gases y polvo que contaminan la atmósfera. Por un lado estas sustancias suspendidas en la atmósfera reducen la cantidad de radiación que llega a una superficie, y por el otro impiden la libre transmisión de la radiación de piso hacia la atmósfera.
- d. **Generación local de calor:** las ciudades son fuentes de calor producido artificialmente: proveniente de la industria, de los motores a combustión de automóviles y de ciertas infraestructuras. En ciudades en latitudes medias y elevadas, la calefacción de viviendas también es importante. [3 ]

#### **Disconfort térmico urbano**

Las modificaciones de temperatura en una ciudad son expresadas principalmente a través del *fenómeno de la isla de calor*, especialmente durante noches calmas y claras. La temperatura del aire es usualmente más elevada que en el campo circundante. La elevación de temperatura es causada por el menor porcentaje de enfriamiento de las masas de los edificios, y la cesión durante la noche del calor absorbido por los edificios durante el día. Otro factor es el calor generado dentro del área urbana por transporte, calefacción, aire acondicionado, alimentación y otros procesos industriales y domésticos.

Es claro entonces que el disconfort climático se incrementa fuertemente por estas islas calientes urbanas. Las diferencias de temperaturas entre los centros urbanos y las áreas rurales son generalmente de unos pocos grados solamente, pero estos son muy importantes cuando la humedad del aire es también alta. Se ha determinado que un leve descenso de la humedad en el centro de las ciudades no es compensado por los efectos de las altas temperaturas, y que un ulterior deterioro de las condiciones es causado por las bajas velocidades del viento en las ciudades (Nieuwolt, 1968; Giacottino, 1979; Lasserre, 1982; Pagney y Besancenot, 1982).

En grandes ciudades es posible observar temperaturas del aire 3 a 5 °C por encima de las áreas circundantes y en casos extremos hasta 8 °C. Durante las horas del día esta diferencia en la temperatura del aire entre ciudad y entorno es menor-solamente aproximadamente entre 1 y 2 °C.

Existirían algunas posibilidades teóricas para revertir el fenómeno de la isla de calor: el principal factor por el cual es posible tal modificación es el albedo (reflectividad solar) del área total de la ciudad. El albedo promedio de las superficies de techo en un área urbana con elevada densidad determina el intercambio radiante que ocurre en las superficies de techo si las mismas son pintadas de blanco (repintado anual), es posible lograr un balance radiante negativo: la pérdida de calor de onda larga excederá la ganancia de calor en verano, por lo menos en climas no muy húmedos. Bajo estas condiciones la temperatura media de la superficie de techo será menor que la temperatura media del aire y debido a que el aire frío es más pesado descenderá sobre las calles de la ciudad. [4 ]

El objetivo de este trabajo es proponer herramientas de utilidad para los urbanistas y arquitectos para contribuir a una reducción del disconfort climático urbano. Esto no solo ayudaría a reducir las demandas de energía para acondicionamiento, sino también a mejorar el ambiente urbano para las muchas actividades humanas desarrolladas al aire libre.

#### **Estrategias de diseño y aplicación de Índices de confort térmico urbano**

Para el abordaje del problema en cuestión, resulta interesante enmarcar el análisis de los registros de temperaturas con una serie de consideraciones morfológicas-materiales vinculadas a la dimensión urbana. Una serie de índices adecuadamente ponderados puede darnos la explicación de las temperaturas

resultantes y por lo tanto, transformarse en pautas de diseño para operar en el proyecto de nuevas partes de ciudad o para encarar las refuncionalizaciones necesarias.

### 1. Índice de Pavimentación

Está referido al porcentaje de suelo cubierto con edificaciones o pavimentos de distinto carácter, por su material, color o masa térmica. El suelo urbano ha cambiado su uso de productivo a modificado y generalmente es más valioso, no ya por su fertilidad sino por la densidad de tecnoestructuras que contiene.

Partiendo de la estructura estática urbana conformada por la cuadrícula de fundación hispanoamericana, que forma parte de nuestro patrimonio tanto como el lenguaje, podemos realizar un análisis geométrico de superficies resultantes. Figura 1.



Figura 1

Comparando la Figura 1a. con la 1c. se puede observar que una delgada franja en el perímetro de la manzana es equivalente a la misma superficie concentrada en su centro (19%). El adecuado tratamiento de la calzada y/o de una zona de retiro obligatoria, y de los bordes de la acera no pavimentada pueden significar una importante superficie para manejar el índice de pavimentación. Este perímetro, más el centro de manzana en una cuadrícula típica representa casi el 40% del total de la manzana y el 34% de la manzana más la acera pavimentada. Además, entre otras ventajas, suspender la pavimentación en estas superficies puede significar un gran aporte para aumentar el drenaje del agua de lluvia, ayudando a recargar los acuíferos subterráneos, a reducir la velocidad de escurrimiento de las aguas que puede resultar conflictiva para el cauce de arroyos y ríos. [5]. Es recomendable reemplazar superficies pavimentadas por cubiertas vegetales por su escasa capacidad de acumulación térmica, y porque utiliza mucha energía solar para el proceso metabólico en el que se incluye la evapotranspiración.

### 2. Índice de Sombra

Este índice de sombra puede resultar de la propia "rugosidad" de las tecnoestructuras construidas: "índice de sombra propia"; o puede ser la consecuencia de elementos naturales o artificiales agregados: "índice de sombra provocada". Es común ver en ciudades viejas de otros continentes realizar sombra mediante toldos o enramadas de diverso carácter. La otra alternativa es la utilización de elementos vegetales, que se analizarán según la caducidad del follaje, la permeabilidad a la radiación solar, el tamaño y forma de la copa y, si son especies de follaje caduco, el momento y velocidad de aparición y caída de las hojas. Esta forma de forestación, rodeando la manzana, que no exime de otras alternativas, debe complementarse con otras organizaciones para asegurar la adecuada relación entre la configuración construida y el soporte natural. [6]

### 3. Índice de Masa Térmica

Aquí debe considerarse la masa térmica del sector urbano considerado. Esta masa afecta la amplitud térmica diaria (ver Figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7), pero debe estudiarse la importancia de la masa térmica interior, incluso deben realizarse estudios más cuidadosos respecto del espesor de masa térmica de la envolvente de los edificios que influye realmente en la acumulación de calor, junto a la difusividad y emisividad de los materiales intervinientes.

### 4. Índice de Superficie Envolvente

Aquí se incluye el aspecto referido a la compacidad edilicia, es decir, a la relación entre volumen y piel de los edificios. Como en período estival el factor determinante es la radiación solar, aquí se plantea una cuestión de orientaciones, dado que la exposición al sol es determinante respecto a la exposición del plano al aire cálido. Para latitudes cercanas a los trópicos, las superficies horizontales son determinantes tanto para recibir la radiación solar directa como para reflejar la radiación difusa, el albedo urbano depende de las superficies horizontales. Siguen en importancia a estas superficies los planos orientados al este o al oeste. Dada la diferencia en tiempo de exposición al sol, el espesor de la masa térmica considerada debe ser variable según las distintas orientaciones. Probablemente la altura edilicia de distintos sectores urbanos no afecten de manera directa el aumento de temperatura de la isla de calor debido a la preponderancia de las superficies horizontales. Esta situación se ve alterada en invierno donde los planos orientados al norte tienen una mayor participación.

### 5. Índice de Aire y Luz

Este es un índice casi simétrico con el anterior, aquí se destaca la importancia de las proporciones que tienen los espacios sin edificación. Esta proporción afecta el ingreso del sol, pero también tiene importancia para la pérdida de radiación hacia afuera, porque afecta al "cielo visible" de los distintos puntos que se enfrían por radiación de onda larga hacia el cielo. Ciudades de clima árido, con gran amplitud térmica, presentan una masa muy compacta con agujeros estrechos y profundos que reducen el ingreso de sol a patios y calles, minimizando el calentamiento diurno y dificultando el enfriamiento radiante nocturno. En

climas como el de Rosario, este aspecto puede no resultar importante pero puede afectar en alguna medida el microclima de manzanas con alta densidad de edificación y aire y luces estrechos y profundos.

Por ejemplo, para aire y luces de acuerdo con el Reglamento de Edificación Municipal, donde el lado de la base, como mínimo, debe ser 1/6 de la altura, para el punto central de la base cuadrada, el cielo visible libre resulta del orden del 3%, el resto del "cielo" del elemento de superficie, el 97% lo integran las paredes del aire y luz, y como las temperaturas van a ser muy parecidas, el intercambio radiante resultará mínimo. En calles edificadas al máximo permitido por el Reglamento de Edificación, el "cielo visible" del cielo natural puede no superar el 25%.

#### **6. Índice de Reflexión**

Este índice tiene importancia en el albedo urbano, donde interviene la rugosidad que determinará un complejo intercambio radiante de onda corta y fuente extensa, de la que resultará el porcentaje de energía reflejada. Este índice debe asociarse de manera particular al índice de superficie-envolvente, durante el verano, a igualdad de las otras consideraciones, afectará sensiblemente a las superficies horizontales descubiertas, y especialmente desde el retardo térmico, a aquellas más pesadas. Por cuestiones de apariencia o de impermeabilidad, las superficies de techo son muy absorbentes en la mayor parte de los casos. En situaciones de alta densidad, la superficie de techo puede representar el 40% o más del total de la superficie urbana. Deben encararse mediciones más precisas para comprobar la incidencia relativa de este aspecto. Muchas aceras por cuestiones técnicas de pavimentación o repavimentación, resultan con absorciones que pueden llegar al 80% o más.

#### **7. Índice de Difusividad**

Este índice puede llegar a tener alguna significación cuando existe un predominio de cubiertas metálicas muy pulidas, en cuyo caso se verá afectado el intercambio radiante, quizás poco importante en climas húmedos y cielo poco transparente a la radiación de onda larga. Actualmente el problema de impermeabilidad en regiones lluviosas ha llevado a incrementar el número de soluciones con membranas asfálticas protegidas de la radiación UV con film de aluminio gofrado. El grado de pulimento que pueda mantener la superficie en el tiempo terminará definiendo la importancia de la emisividad.

#### **8. Índice de Masa Verde**

Los espacios verdes tienden a reconstruir en términos térmicos las condiciones de los espacios rurales. ¿Cuál es el tamaño mínimo y el volumen de arborización necesario para llegar a esta situación, hasta dónde se extiende el efecto benéfico?. Estas son preguntas que deben contestarse a partir de un trabajo más cuidadoso teniendo en cuenta las características de temperatura seca, temperatura húmeda, velocidades de aire, ciclos diarios y dirección predominante de los vientos. La importancia de la naturaleza en las áreas metropolitanas no se reduce obviamente a los aspectos térmicos pero juega un papel importante para resolver el "stress" térmico en áreas metropolitanas extensas y de clima cálido. En regiones de climas secos se agrega el efecto de la evapotranspiración para producir un enfriamiento adiabático. No debemos olvidar la posibilidad del procesamiento metabólico por parte de los árboles de los gases emitidos producto de la combustión, con lo que se reduce el efecto invernadero a la vez que se puede respirar aire más limpio. El problema de la introducción de la naturaleza debe ser tratado a tres escalas distintas: macro, meso y micro adecuadamente interconectadas como un mosaico dentro de la configuración construida produciendo interfases positivas entre ambas. [7]

#### **9. Índice de Funcionamiento "Metabólico"**

Dentro del índice de funcionamiento metabólico se incluye todo el proceso de procesamiento de energía necesario para el funcionamiento urbano. Al calor propio de este proceso deben agregarse la emisión de gases y partículas que producen efecto invernadero en las áreas urbanas.

Evaluar la importancia relativa de cada uno de estos índices es un trabajo extremadamente complejo, sino imposible, por la imposibilidad de aislarlos individualmente, a la vez que la incidencia de cada uno puede producir alteraciones difíciles de medir y evaluar. Un proceso más cuidadoso de indagación cuantitativa puede determinar cuáles de estos índices son importantes y cuáles pueden considerarse irrelevantes, pero el análisis cualitativo no deja de ser relevante en un sistema complejo como éste y que tienen otras implicancias no necesariamente térmicas y que afectan de manera decisiva la calidad de vida humana.

#### **Comparación de Datos Meteorológicos entre Estaciones Urbanas y del SMN**

Los datos suministrados por los servicios meteorológicos están basados usualmente sobre las observaciones en el aeropuerto local. No solamente los aeropuertos están a menudo a distancias considerables de la ciudad, sino que también representan de alguna manera un ambiente artificial, ya que la cobertura de vegetación se reduce a pasto y a unos pocos arbustos, y las superficies pavimentadas de rutas y playa de maniobras de pista dominan la vecindad del sitio meteorológico. Por lo tanto, los datos climáticos no son representativos para las condiciones del sitio de un edificio o planificación y serán corregidos para indicar el microclima del lugar, al menos para los períodos de desconfort climático potencial.

Estas correcciones pueden hacerse con un simple set de instrumentos, consistentes en un psicrómetro, un anemómetro portátil y una veleta. Las observaciones se tomarán tan a menudo como fuera posible, pero al menos una vez por hora durante los períodos críticos. Usualmente un punto de medición en el lugar del edificio sería suficiente para las observaciones de temperatura y humedad, pero los datos de viento se obtendrán en varias ubicaciones y a diferentes niveles por sobre el suelo, porque tanto la velocidad como la

dirección pueden variar considerablemente en distancias muy cortas, debido a los factores de forma como inclinación, exposición, vegetación y edificios existentes. Las observaciones de viento también serán tomadas en otros tiempos, por ejemplo a la noche.

El próximo paso es determinar diferencias utilizando registros climáticos sincronizados con las estaciones meteorológicas. Si bien no hay una garantía de que esas diferencias serán siempre las mismas, usualmente hay una clara tendencia, y es posible extrapolar las variaciones con alguna precaución y dejar un margen de error. Una vez que el microclima ha sido establecido, es posible determinar períodos de desconfort climático: estrés térmico durante las tarde, noches frías, y posiblemente aún los períodos de tormentas.

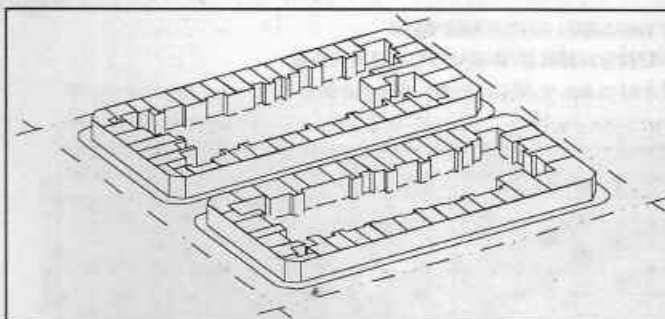
Todos los esfuerzos para diseñar con el clima se concentrarán en las condiciones durante esos períodos críticos. Es, por lo tanto, imperativo que las condiciones de viento en esos tiempos sea bien conocida cuando se comience el proyecto.

La primera información es, por supuesto, los datos de temperaturas. En las bajas latitudes, las variaciones de temperaturas interanuales son generalmente bastante pequeñas, por lo tanto los valores horarios pueden basarse en períodos de observación relativamente cortos y resultar razonablemente representativos (Nieuwolt, 1968).

Las condiciones del viento son particularmente favorables en la mayoría de los aeropuertos. Los patrones no son representativos para las condiciones de los centros de las ciudades. Las velocidades del viento dentro de las ciudades son generalmente cerca de la mitad de las registradas en el área rural del aeropuerto local. Sin embargo hay situaciones excepcionales donde se pueden esperar velocidades mucho más altas debido a factores locales tales como la forma y altura de los edificios. Por ejemplo, cuando una calle corre en la dirección de los vientos dominantes o cuando existen aberturas en forma de túnel entre edificios altos, la velocidad del viento puede ser más alta que la de la estación meteorológica. Pero normalmente puede esperarse una fuerte reducción dentro de la ciudad. Por lo tanto, las velocidades del viento y sus direcciones son particularmente variables y sus significados nunca deben ser considerados como valores fijos.

El análisis de la tendencia de la temperatura mínima ha sido usado por Pradhan et al. (1976) para evaluar el efecto de urbanización y la industrialización en el clima urbano. Concluye que un cambio en la tendencia de la temperatura mínima observada por lo menos durante dos períodos de ocho años cada uno puede ser atribuido a un proceso acelerado de la urbanización. [8]. Escapa al momento en este trabajo realizar este tipo de análisis, lo que requeriría una prolongada campaña de mediciones, además del estudio de las condiciones económicas de la población y su movilidad. Nos limitaremos simplemente al estudio de las características morfológicas y materiales de las áreas urbanas. No obstante y como toda ciudad es un producto cultural dinámico, se reconoce la modificación de tales características por la intervención del hombre y sus pautas comportamentales. Sin dudas, las características topográficas y de emplazamiento (cercanía al río, llanura, valle, etc.), harán de cada ciudad un caso de análisis particular.

El punto de medición se ubicó en el patio interior de una vivienda compacta, inserta en una manzana de un barrio residencial característico de la ciudad (170 hab/ha). Está localizada a 3 km del Río Paraná sobre el eje este-oeste que enlaza al Aeropuerto ubicado a 10 km del Río. Figura 8.



**MANZANA DE LA CIUDAD DONDE SE REGISTRARON LOS DATOS**

Area total a eje calle	= 12876 m <sup>2</sup>	
Sup. Techos	= 3964 m <sup>2</sup>	31%
Sup. Patios Int.	= 3950 m <sup>2</sup>	31%
Sup. Calles y veredas	= 4962 m <sup>2</sup>	38%
Sup. Muros ext.	= 3700 m <sup>2</sup>	29%
Sup. Muros int.	= 4580 m <sup>2</sup>	36%

Figura 8

Los datos se registraron con termómetros de máxima y mínima, en condiciones similares a las del SMN, con un error de  $\pm 0.5$  °C, similar al del instrumento del SMN.

Se muestran en las Figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7 las comparaciones de las evoluciones de temperaturas máximas y mínimas diarias durante los meses de verano (1985) y de invierno (1995) correspondientes a datos del SMN Aeropuerto de Fisherton, y los registros obtenidos en un área urbana consolidada de media densidad de la ciudad de Rosario.

Para latitudes medias se ha establecido una relación entre la intensidad de la "isla de calor" denominado  $\Delta t$  U-R (diferencia de temperaturas mínimas urbanas y rurales), y el tamaño de la ciudad medido por la población (Oke, 1973), aunque la variable población ha sido usada por este autor para aproximarse al tamaño físico de la ciudad.

Del análisis se desprende que el  $\Delta t$  U-R correspondiente a las temperaturas mínimas diarias del período de verano es de 5.24 °C, mientras que para el período invernal es de 6.91 °C. Fig. 9 y 10.

Esto verifica la existencia del fenómeno de isla de calor en ese sector urbano. Se constata así la reducción del potencial de enfriamiento de la masa construída por la excesiva superficie pavimentada (ver índice de pavimentación), por lo que no llega a enfriarse "totalmente" durante las horas de la noche.

**TEMPERATURAS URBANAS Y SUBURBANAS**  
Evolución de Máximas y Mínimas diarias

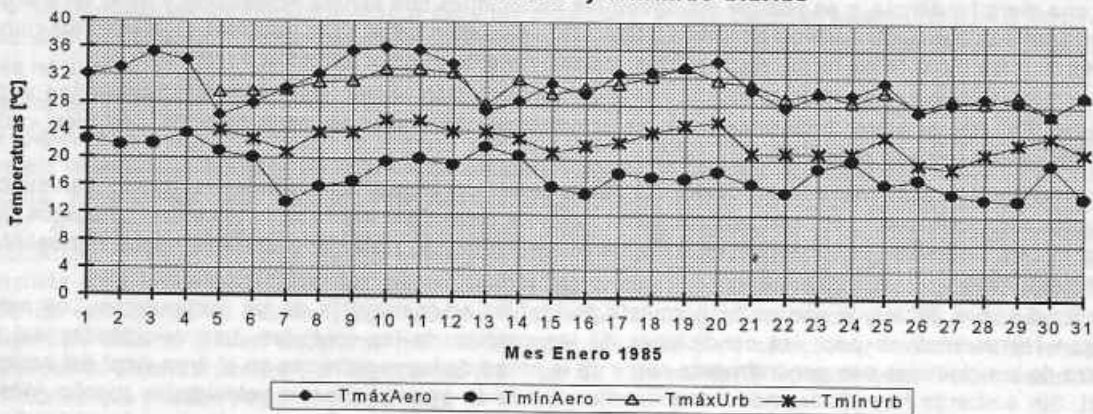


Figura 2

**TEMPERATURAS URBANAS Y SUBURBANAS**  
Evolución de Máximas y Mínimas diarias

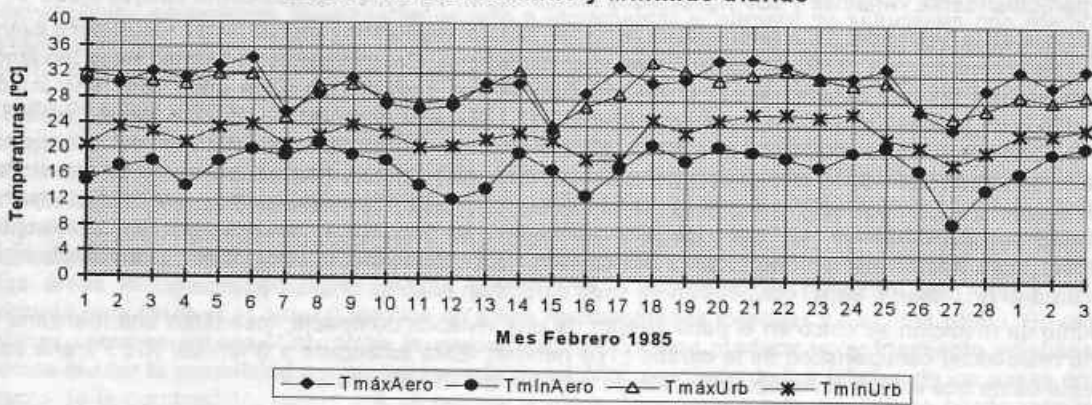


Figura 3

**TEMPERATURAS URBANAS Y SUBURBANAS**  
Evolución de Máximas y Mínimas diarias

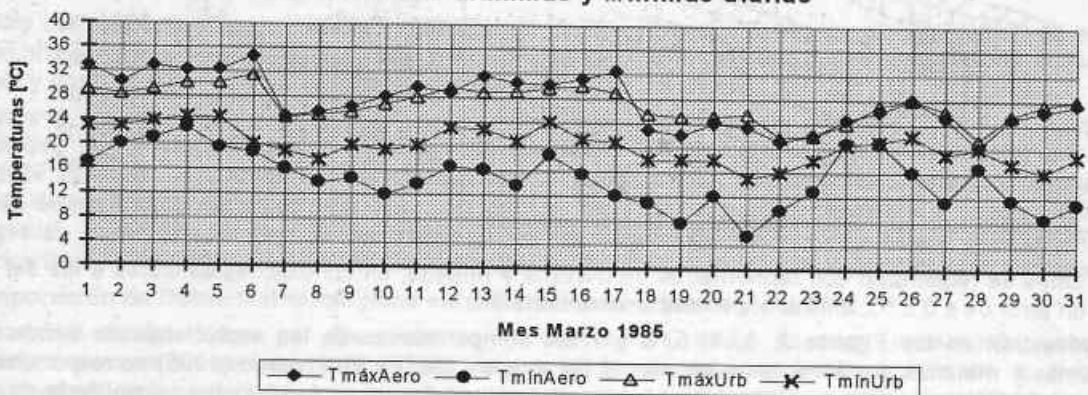


Figura 4

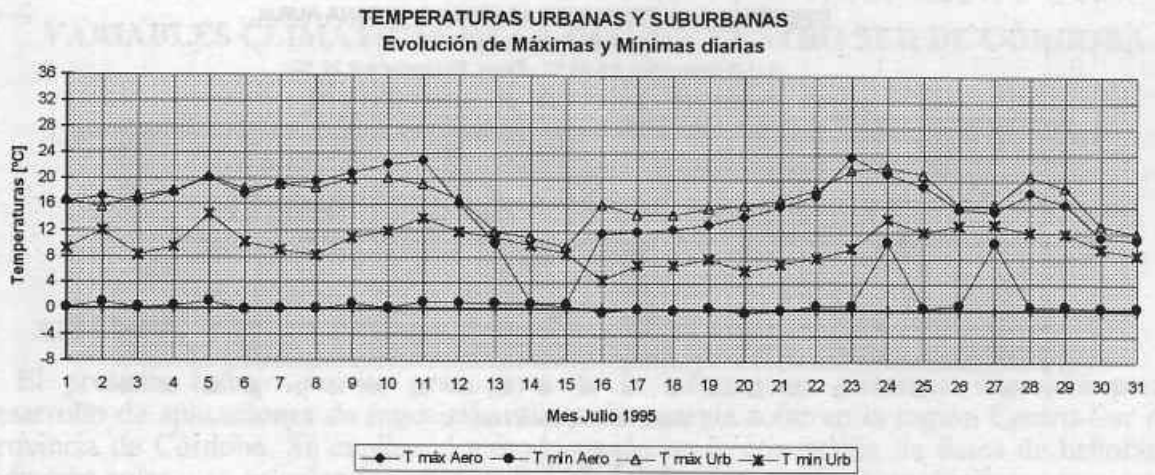


Figura 5

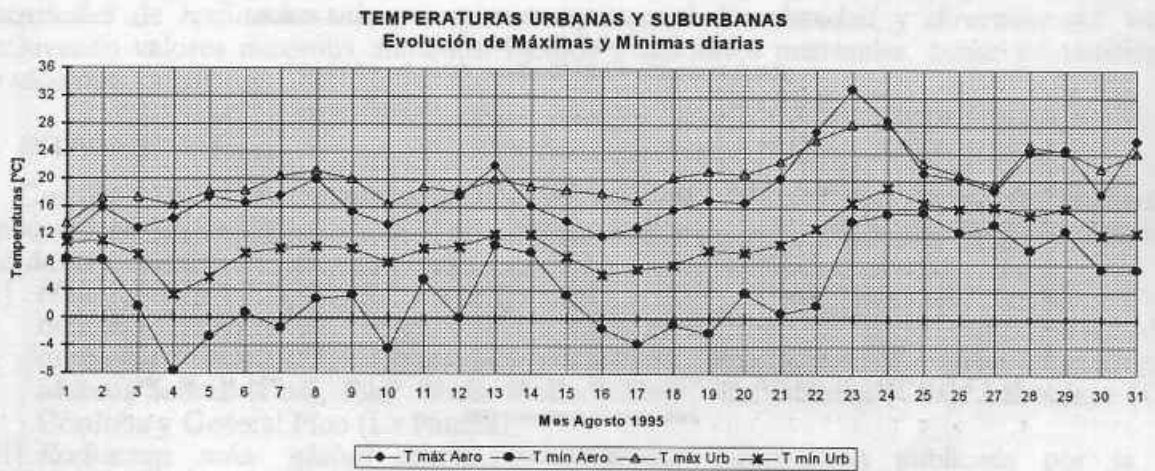


Figura 6

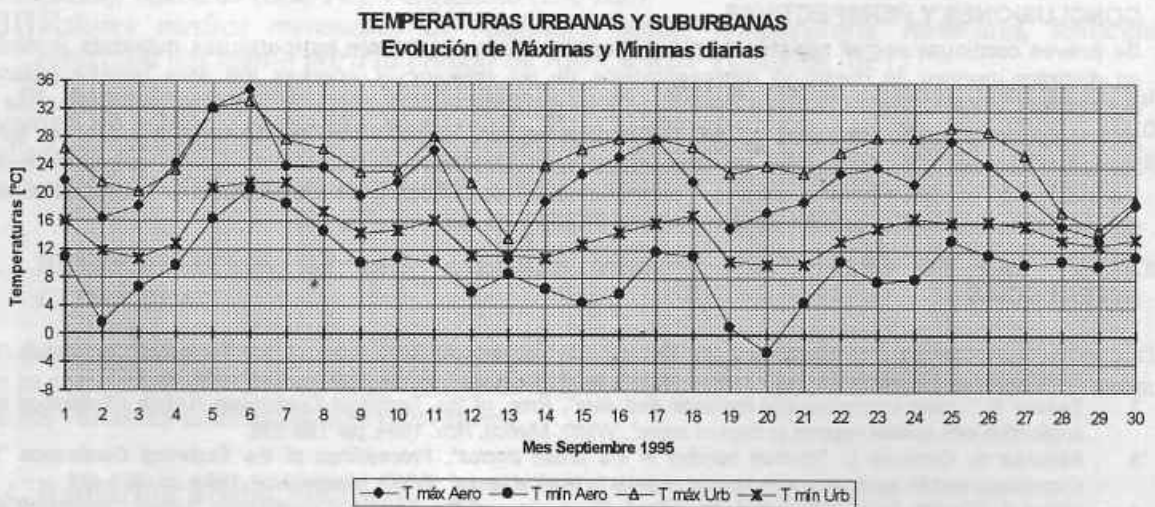


Figura 7

### DIFERENCIAS DE TEMPERATURAS MÍNIMAS URBANA-RURAL

$\Delta t$  U-R Período estival

$\Delta t$  U-R Promedio = 5.24 °C - Desv. Estándar = 2.26 °C

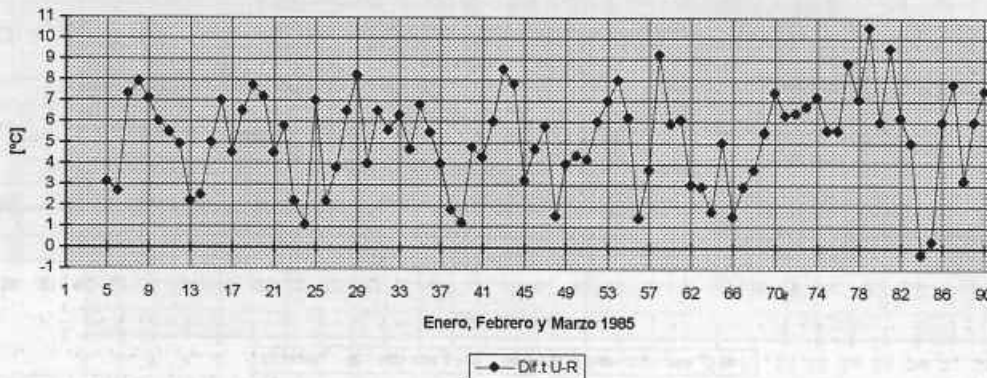


Figura 9

### DIFERENCIAS DE TEMPERATURAS MÍNIMAS URBANA-RURAL

$\Delta t$  U-R Período invernal

$\Delta t$  U-R Promedio = 6.91 °C - Desv. Estándar = 3.29 °C

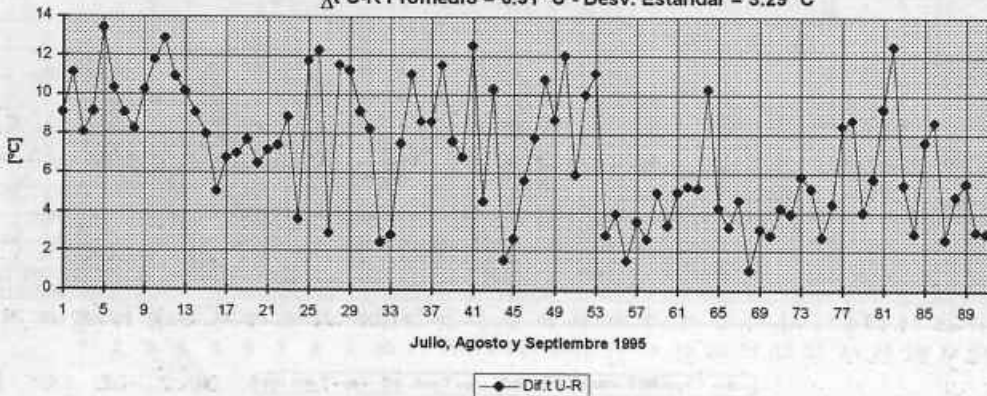


Figura 10

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Se prevee continuar con el registro de datos climáticos, especialmente temperaturas máximas y mínimas, en distintos puntos de medición representativos de las diferencias internas del área urbana (diferentes densidades, disposición de la masa construida y de espacios verdes, cercanía a masas de agua), a los fines de corroborar la tendencia de las  $\Delta t$  U-R registradas en esta etapa, y que demuestran la presencia de islas de calor. Asimismo se analizarán las diferencias microclimáticas intraurbanas y se las correlacionará con los índices de confort climático urbano. Tal análisis será de utilidad para las propuestas de distintas formas de uso del suelo, de disposición de la masa construida y de las áreas verdes.

## REFERENCIAS

- 1 Oke T. R. "Urban Climatology and the Tropical City: an introduction"; Proc. of the Technical Conference "Urban Climatology and its application with special regards to tropical areas", WMO, Mexico, Nov. 1984, pp. 1-25.
- 2 Taesler R. "Urban climatological methods and data", Proc. of the Technical Conference "Urban Climatology and its application with special regards to tropical areas", WMO, Mexico, Nov. 1984, pp. 199-236.
- 3 Sánchez de Carmona L. "Human comfort in the urban tropics", Proceedings of the Technical Conference "Urban Climatology and its application with special regards to tropical areas", WMO, Mexico, Nov. 1984, pp. 354-404.
- 4 Givoni B. "Design for climate in hot, dry cities", Proceedings of the Technical Conference "Urban Climatology and its application with special regards to tropical areas", WMO, Mexico, Nov. 1984, pp. 487-513.
- 5 Di Bernardo E. "Algunas consideraciones sobre la pavimentación de aceras y calzadas", a publicarse en UNR Ambiental, UNR Editora, Rosario, 1995.
- 6 Di Bernardo E. "Mosaico interconectado de naturaleza, una manera de restituir la dimensión natural en el área metropolitana", a presentarse en las 1as. Jornadas Científicas sobre Medio Ambiente de la Asociación de Universidades del Grupo de Montevideo (AUGM), Uruguay, Noviembre 1995.
- 7 Ibidem.
- 8 Jáuregui E. "Tropical urban climates: review and assessment" Proceedings of the Technical Conference "Urban Climatology and its application with special regards to tropical areas", WMO, Mexico, Nov. 1984, pp. 26-45.