

VARIACIÓN HISTÓRICA DE LA ISLA DE CALOR Y DE LA DEPRESIÓN HUMÍDICA URBANAS EN ZONA ÁRIDA

Mario Cúnsulo¹, Alberto Papparelli², Alejandra Kurbán³, Eduardo Montilla⁴, Andrés Ortega⁵
Área Arquitectura Ambiental – INEAA (Instituto de Estudios en Arquitectura Ambiental)
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) – Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)
Santa Fe 198 Oeste 1º Piso, J5400ZAA San Juan. Email: arqamb@unsj.edu.ar. Tel (0264) 4202664

RESUMEN: Se presentan resultados de un proyecto de investigación bianual (CICITCA-UNSJ 2008-2009) cuyo objetivo general es determinar la variación histórica de la Isla de Calor y de la Depresión Humídica Urbanas para invierno y verano en el período 1995 – 2009 y su relación con la variación de la ocupación urbana de la Ciudad de San Juan, como contribución a la planificación urbana bioclimática de ciudad de zona árida. Las estadísticas utilizadas corresponden a los años 1995, 2000, 2005 y 2009, ya que para estos años se cuenta con estudios urbanísticos y de clima urbano, desarrollados por la Unidad Ejecutora. Se estudian los comportamientos históricos de las variables: *ALCANCE*, *EXTENSIÓN* e *INTENSIDAD* de la Isla de Calor y Depresión Humídica en relación al área urbana. Los resultados demuestran un crecimiento del *ALCANCE*, una disminución de la *EXTENSIÓN* respecto del límite urbano y un crecimiento de la *INTENSIDAD* para ambos fenómenos climáticos, tanto para invierno como para verano.

Palabras Clave: Isla de Calor Urbana, Depresión Humídica Urbana, Factor de Ocupación del Suelo.

INTRODUCCIÓN

La artificialización del ambiente impuesta por la urbanización produce entre otras consecuencias, modificaciones al clima natural, tanto mayor cuanto más riguroso sea dicho clima y mayor sea la densidad volumétrica de la trama urbana y sus formas de ocupación. Por ello, las urbanizaciones en ecosistemas áridos, imprimen fuerte presión en la carga climática urbana y el confort higrotérmico de su población (Cúnsulo, M., Papparelli, A., Kurbán, A., *et al*, 2006), influenciado por diferentes características y tipologías de la distribución espacial de la ciudad. La modificación del clima natural genera un clima propio en las ciudades el que se denomina *clima urbano*, caracterizado por generar una Isla de Calor y una Depresión Humídica respecto al clima macroescalar de la región. La Isla de Calor asociada a la Depresión Humídica, son los principales aspectos de la climatología urbana, fundamentalmente en ciudades localizadas en zonas áridas, por la directa incidencia en la calidad de vida de sus habitantes.

En trabajos anteriores (Papparelli, A., Cúnsulo, M., A., Kurbán, A. *et al* 2007a y 2007b), se estableció la influencia directa que la ocupación del territorio ejerce sobre la diferencia de temperatura y humedad relativa urbanas. El presente trabajo analiza la variación histórica de la Isla de Calor y la Depresión Humídica y su correlación con la ocupación urbana para los años 1995, 2000, 2005 y 2009, años para los cuales se cuenta con información urbanística y climática confiable.

PROCESAMIENTO DE DATOS URBANOS Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA URBANA

Los componentes que conforman una ciudad y que intervienen en la modificación de las condiciones higrotérmicas de sus espacios abiertos y cerrados, son entre otros: la edificación, las superficies de calzadas y veredas, la forestación urbana, los estacionamientos vehiculares, el calor antropogénico, etc. La *ocupación urbana* es uno de los parámetros que condicionan la Isla de Calor Urbana. Por tanto es necesario conocer los valores y las formas de distribución del Factor de Ocupación del Suelo (FOS). La Unidad ejecutora realiza quinquenalmente desde el año 1990, el estudio de las características de la distribución espacial del Gran San Juan, atendiendo a la evolución de uno de sus principales índices urbanísticos: Factor de Ocupación del Suelo (FOS). Este trabajo ha permitido la edición de publicaciones referidas a las estadísticas de los años 1990, 1995, 2000 y 2005 (Papparelli, A., Kurbán, A., Cúnsulo, M., *et al* 1995, 2001, 2007c y 2007d). El análisis se realizó con aerofotografías digitalizadas y con relevamientos planialtimétricos in-situ de verificación cartográfica. Se trabajó con planchetas catastrales y un muestreo del asentamiento sobre 242 Nodos Urbanos, los que representan distintas condiciones urbanísticas y constituyen aproximadamente el 13,5% de la trama urbana total del Gran San Juan, permitiendo obtener una estadística urbana confiable. Dichos Nodos Urbanos fueron restituidos gráficamente a la plancheta catastral según el perfil de las calles urbanas.

¹ Profesional Principal CONICET; Profesor de Enseñanza Media UNSJ

² Director Organizador INEAA; Profesor Titular FAUD-UNSJ; Profesional Principal CONICET

³ Profesor Titular FAUD-UNSJ; Profesional Principal CONICET

⁴ Profesor Jefe de Trabajos Prácticos FAUD-UNSJ

⁵ Profesor Jefe de Trabajos Prácticos FAUD-UNSJ

En base a los datos planialtimétricos se calcularon los valores de los índices urbanísticos de FOS para cada nodo urbano para el año 2009, los que juntos a los valores obtenidos anteriormente para los años 1995, 2000 y 2005 para los mismos nodos, conforman la base de datos urbanísticos para el análisis histórico del comportamiento del FOS y de la determinación de la isolínea Límite Urbana. Los valores de FOS se procesaron con un software de interpolación de datos, para convertir la información puntual disponible en información continua mas ajustada a la realidad y comparable con otros datos territoriales. Se utilizó *modelo de base radial* y se realizaron cortes horizontales con equidistancias de 5,0%, obteniéndose isolíneas representativas de la forma de distribución de éste índice sobre la trama urbana analizada. En base a estas isolíneas se determinó el Límite Urbano para los años de estudio. La isolínea de FOS 5,0% se asume como el Límite del Gran San Juan.

MEDICIONES CLIMÁTICAS

Mediciones Climáticas Itinerantes: Para el año 2009 (invierno y verano), se registraron valores de temperatura y humedad relativa en 48 Nodos Urbanos muestra del Gran San Juan ubicados a lo largo de los 8 ejes cardinales principales, de la misma forma que se realizaron para los años 1995, 2000 y 2005. Se utilizaron 2 termohigrómetros digitales portátiles (marca Model 321 CE) con tiempo de respuesta de 1 minuto. Los registros se realizaron en forma tridiurna con horario central a las 9:00, 15:00 y 21:00 respectivamente. Las mediciones se ejecutaron sobre dos recorridos para orientaciones perpendiculares entre sí y en forma simultánea, durante siete días alternando los pares de ejes, eliminándose de estas mediciones la más atípica. Se seleccionaron días con calma o aire ligero (Brisa I; B-I; velocidad $V \leq 5,0$ Km/h, con cielo despejado, con un índice de claridad $K_T \approx 0,7$. Los registros entre uno y otro Nodo Urbano muestra se realizaron con una diferencia de 5 minutos, totalizando cada recorrido, 50 minutos. Éstos se corrigieron teniendo en cuenta el desfase horario y las variaciones temporales para evitar inconsistencias en la base datos.

ISOLÍNEAS DE ISLA DE CALOR Y DEPRESIÓN HUMÍDICA URBANAS

Con los datos de las mediciones higrótérmicas corregidas para cada Nodo Urbano muestra, se realizó un modelo direccional por orientación cardinal, obteniéndose las ecuaciones de las respectivas curvas de ajuste y a partir de éstas se calculó la temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (HR%) para todos los Nodos Urbanos.

Tomando como base referencial al primer Nodo No Urbano de cada orientación cardinal, se calcularon las diferencias de temperatura ($\Delta T^{\circ}\text{C}$) y de humedad relativa ($\Delta \text{HR}\%$) entre este Nodo y cada uno de los Nodos Urbanos interiores a éste (o al Límite Urbano). Los valores de $\Delta T^{\circ}\text{C}$ y $\Delta \text{HR}\%$ se procesaron con un software de interpolación de datos, con un *modelo de base radial* al que se le realizaron cortes horizontales con equidistancias de $0,25^{\circ}\text{C}$ y 0,5% respectivamente. Se obtuvieron isolíneas representativas de la forma de distribución de las diferencia de temperatura y humedad relativa para invierno y verano para los años 1995, 2000, 2005 y 2009. La isolínea de valor $\Delta T 0^{\circ}\text{C}$ representa la Isla de Calor y la de $\Delta \text{HR} 0\%$ la Depresión Humídica

CORRELACIÓN ENTRE LÍMITE URBANO, ISLA DE CALOR Y DEPRESIÓN HUMÍDICA

A fin de precisar los parámetros que caracterizan los fenómenos climáticos estudiados, se definen los siguientes conceptos:

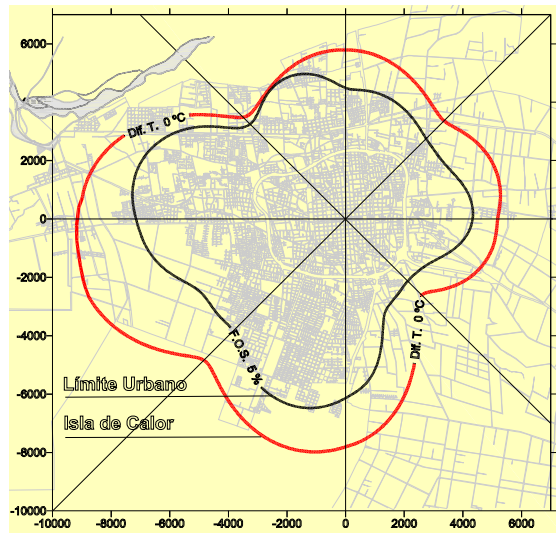
ALCANCE: Distancia máxima sobre cada orientación cardinal, medida desde el centro principal urbano hasta la isolínea de $\Delta T 0,0^{\circ}\text{C}$ y $\Delta \text{HR} 0,0\%$ para Isla de Calor y Depresión Humídica respectivamente.

EXTENSIÓN: Porcentaje de variación entre la distancia del límite urbano al centro principal y la distancia del *ALCANCE* máximo de la Isla de Calor y de la Depresión Humídica Urbana, para cada orientación cardinal; es decir en qué porcentaje (en mas o menos se extiende el fenómeno climático respecto del límite urbano).

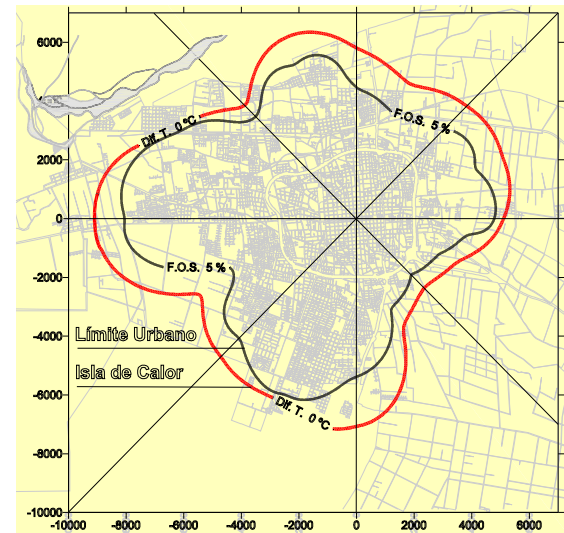
INTENSIDAD: Valor promedio de diferencias de temperatura y humedad relativa máximas absolutas, obtenidas en el centro urbano principal.

Las Isolíneas límite de Isla de Calor y Depresión Humídica Urbanas (invierno y verano) comparadas con la trama de la ciudad y su límite urbano para los años 1995, 2000, 2005 y 2009, permitieron calcular el *ALCANCE* y la *EXTENSIÓN* de cada fenómeno climático, para las 8 orientaciones cardinales estudiadas. En las *Figura 1* se presenta, la isolínea que modeliza el límite urbano, superpuesta con la Isla de Calor para verano de los años 1995, 2000, 2005 y 2009, y en la *Figura 2*, las correspondientes a la Depresión Humídica. Las figuras correspondientes al invierno no se presentan por razones de espacio

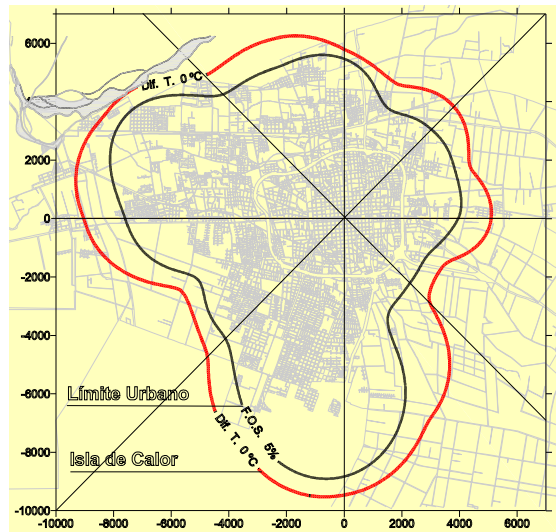
a) Verano 1995



b) Verano 2000



g) Verano 2005



h) Verano 2009

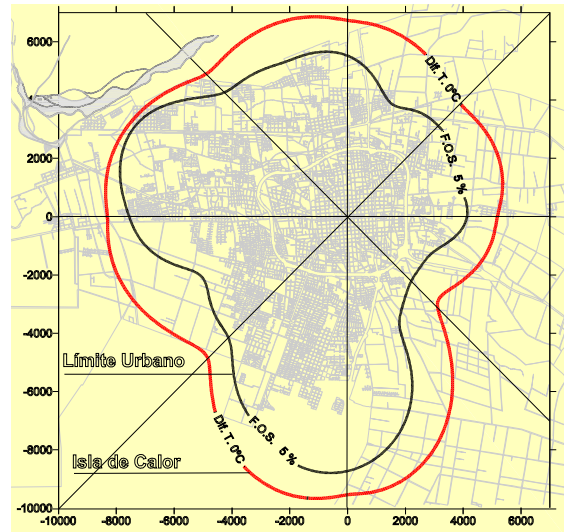


Figura 1: Límite urbano comparado con la Isla de Calor para verano.

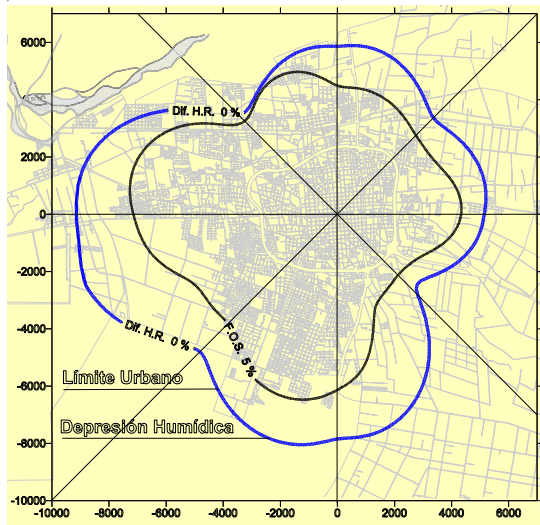
VARIACIÓN HISTÓRICA DEL ALCANCE DE LA ISLA DE CALOR Y DEPRESIÓN HUMÍDICA URBANAS

En la *Planilla 1* se presenta el cálculo de los alcances de la Isla de Calor y Depresión Humídica (invierno y verano) en las 8 orientaciones cardinales, para los años de estudio.

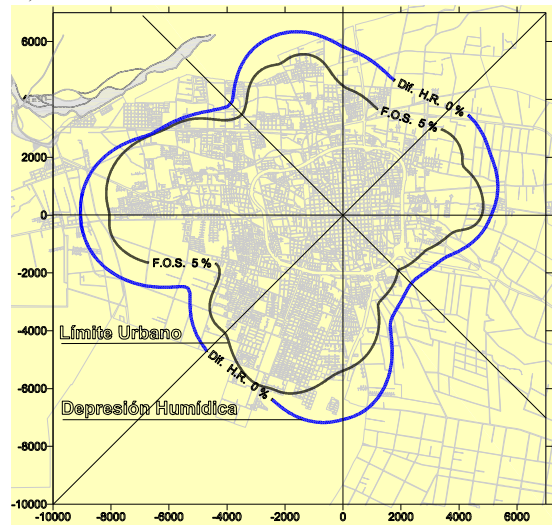
ORIENTACIÓN CARDINAL	VALORES MÁXIMOS PARA VERANO (m)								VALORES MÁXIMOS PARA INVIERNO (m)							
	1995		2000		2005		2009		1995		2000		2005		2009	
	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR
NORTE	5.788,7	5.822,5	5.812,0	5.825,1	5.792,3	5.826,1	6.733,5	6.757,2	5.809,6	5.864,1	5.816,1	5.825,1	5.804,8	5.819,3	6.338,0	6.765,0
NORESTE	4.750,2	4.738,3	5.418,1	5.422,5	5.395,5	5.390,0	5.502,4	5.490,7	4.756,5	4.761,8	5.426,8	5.422,5	5.402,9	5.394,0	5.486,0	5.509,0
ESTE	5.187,2	5.189,3	5.108,8	5.116,4	5.093,9	5.095,7	5.181,5	5.168,7	5.144,4	5.144,5	5.120,9	5.116,4	5.092,9	5.092,3	5.229,0	5.164,0
SURESTE	3.675,4	3.761,9	3.337,5	3.335,2	4.270,7	4.564,9	4.409,8	4.452,3	3.764,8	3.978,4	3.335,1	3.335,2	4.308,5	4.617,6	4.388,0	4.414,0
SUR	7.806,8	7.837,2	7.071,9	7.071,3	9.458,4	9.469,6	9.540,3	9.572,6	7.865,7	7.851,1	7.053,0	7.071,3	9.458,2	9.466,2	9.618,0	9.544,0
SUROESTE	6.847,8	6.807,7	6.656,6	6.643,6	6.705,8	6.663,5	6.848,2	6.887,0	6.841,8	6.806,5	6.649,1	6.643,6	6.702,4	6.694,5	6.916,0	6.849,0
OESTE	9.107,3	9.179,3	9.069,9	9.052,7	9.037,2	9.046,8	8.310,1	8.250,3	9.099,3	9.291,5	9.033,2	9.037,5	9.037,8	9.034,4	8.394,0	8.298,0
NOROESTE	4.933,8	4.924,3	5.475,4	5.477,0	6.922,9	6.878,0	6.922,7	7.028,6	4.944,1	4.908,6	5.488,5	5.477,0	6.902,6	6.886,0	6.942,0	6.992,0
PROMEDIO	6.012,1	6.032,6	5.993,8	5.993,0	6.584,6	6.616,8	6.681,1	6.700,9	6.028,3	6.075,8	5.990,3	5.991,1	6.588,8	6.625,5	6.663,9	6.691,9

Planilla 1: Variación histórica del ALCANCE de la Isla de Calor y de la Depresión Humídica – Invierno y verano.

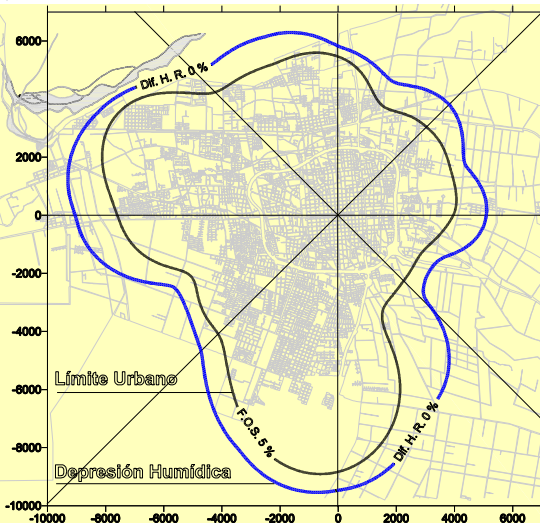
a) Verano 1995



b) Verano 2000



c) Verano 2005



d) Verano 2009

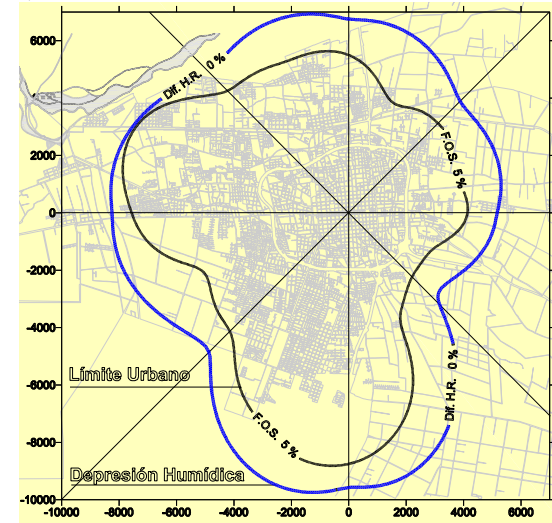


Figura 2: Límite urbano comparado con la Depresión Humídica para invierno y verano.

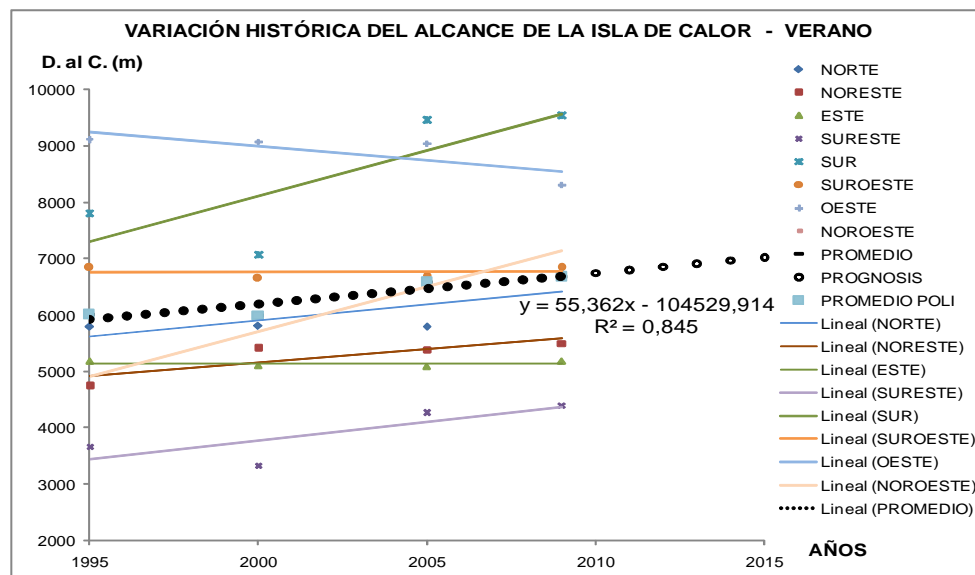


Figura 3: Variación Histórica (1995-2009) del ALCANCE de la Isla de Calor verano.

Utilizando los datos de la *Planilla 1* se graficó la variación histórica del *ALCANCE* de la Isla de Calor y de la Depresión Humídica para verano, la que se presenta en las *Figuras 3* y *4*, mostrándose una prognosis del comportamiento promedio hasta el año 2015. Las figuras correspondientes al invierno no se presentan por razones de espacio.

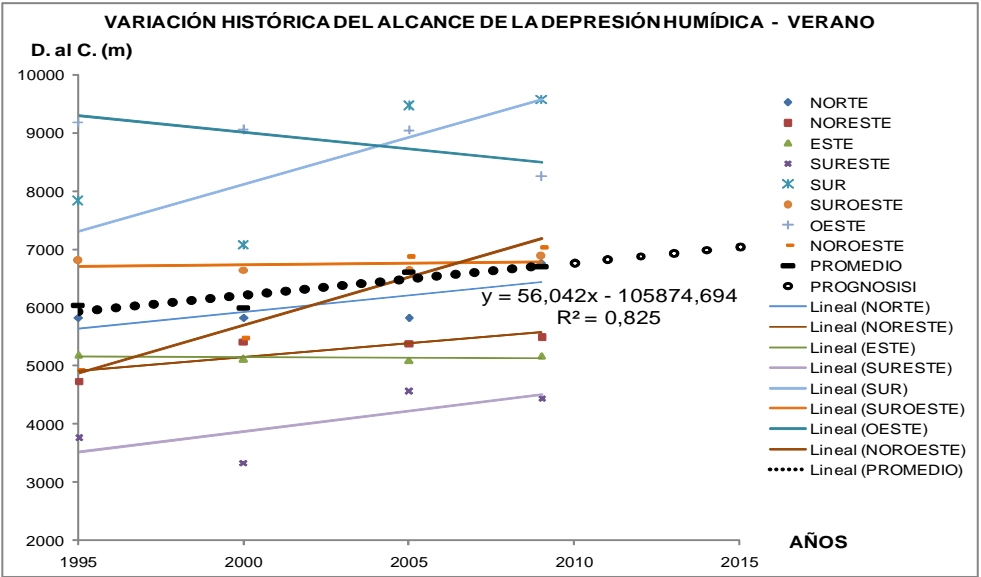


Figura 4: Variación Histórica (1995-2009) del *ALCANCE* de la Depresión Humídica – verano.

VARIACIÓN HISTÓRICA DE LA EXTENSIÓN DE LA ISLA DE CALOR Y DEPRESIÓN HUMÍDICA

Con los valores de los porcentajes de aumento histórico de Isla de Calor (ΔT 0°C) y de Depresión Humídica (ΔHR 0%), respecto de los Límites Urbanos, para verano e invierno, para las 8 orientaciones cardinales estudiadas, se pudo calcular la *variación histórica* de la *EXTENSIÓN* de cada fenómeno climático analizado, la que se presenta en la *Planilla 2*, para todos los años analizados: 1995, 2000, 2005 y 2009.

ORIENTACIÓN CARDINAL	VARIACIÓN PORCENTUAL PARA VERANO (%)								VARIACIÓN PORCENTUAL PARA INVIERNO (%)							
	1995		2000		2005		2009		1995		2000		2005		2009	
	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR	ΔT	ΔHR
NORTE	28,9	29,6	29,0	29,3	6,1	6,7	22,5	22,9	29,3	30,5	29,1	29,3	6,3	6,6	15,3	23,1
NORESTE	22,2	21,9	23,8	23,9	25,6	25,5	24,9	24,7	22,3	22,5	24,0	23,9	25,8	25,6	24,6	25,1
ESTE	19,7	19,8	6,7	6,9	28,9	29,0	25,4	25,1	18,7	18,7	6,9	6,9	28,9	28,9	26,5	25,0
SURESTE	22,3	25,2	3,4	23,3	34,1	43,3	40,8	42,2	25,3	32,4	23,3	23,3	35,3	45,0	40,1	40,9
SUR	27,2	27,7	31,3	31,3	7,1	7,2	9,0	9,4	28,2	28,0	31,0	31,3	7,1	7,2	9,9	9,1
SUROESTE	26,3	25,6	15,5	15,3	15,2	14,5	16,9	17,6	26,2	25,5	15,4	15,3	15,1	15,0	18,1	17,0
OESTE	27,4	28,4	12,6	12,4	18,9	19,0	9,9	9,1	27,3	30,0	12,2	12,2	18,9	18,9	11,0	9,7
NOROESTE	7,2	7,0	11,0	11,1	15,5	14,8	15,2	17,0	7,4	6,7	11,3	11,1	15,2	14,9	15,6	16,4
PROMEDIO	22,7	23,1	19,2	19,2	18,9	20,0	20,6	21,0	23,1	24,3	19,1	19,2	19,1	20,2	20,1	20,8

Planilla 2: Variación histórica de la *EXTENSIÓN* de la Isla de Calor y de la Depresión Humídica – Invierno y verano

Utilizando los datos de la *Planilla 2* se graficó el comportamiento histórico de la *EXTENSIÓN* de Isla de Calor y Depresión Humídica, las que se presentan en las *Figuras 5* y *6*, mostrándose una prognosis del comportamiento promedio hasta el año 2015.

VARIACIÓN HISTÓRICA DE LA INTENSIDAD DE ISLA DE CALOR Y DEPRESIÓN HUMÍDICA URBANAS

Con los valores máximos de ΔT °C y ΔHR %, se pudo calcular la variación histórica de la *INTENSIDAD* de cada uno de los fenómenos climáticos estudiados, el que se presenta en *Planilla 3*, para los años: 1995, 2000, 2005 y 2009, para invierno y verano.

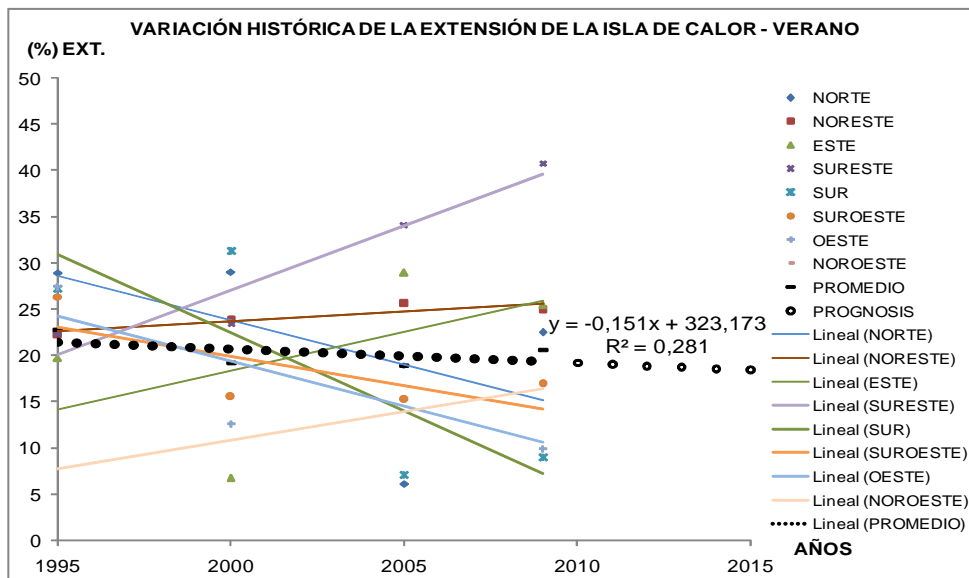


Figura 5: Variación Histórica (1995-2009) de la EXTENSIÓN de la Isla de Calor – Verano

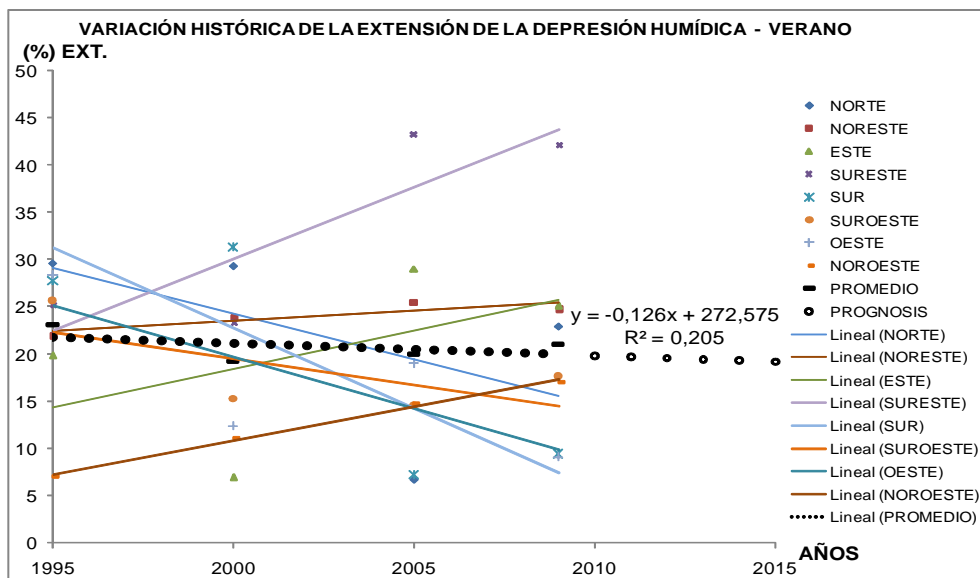


Figura 6: Variación Histórica (1995-2009) de la EXTENSIÓN de la Depresión Humídica – Verano

ESTACIÓN CLIMÁTICA	VARIACIÓN DE LA INTENSIDAD							
	1995		2000		2005		2009	
	ΔT°C	ΔHR%	ΔT°C	ΔHR%	ΔT°C	ΔHR%	ΔT°C	ΔHR%
VERANO	2,0°C	- 8,0%	5,5°C	- 5,5%	4,5°C	- 7,5%	5,0°C	- 6,5%
INVIERNO	1,3°C	- 4,5%	3,0°C	- 5,5%	5,0°C	- 7,5%	3,0°C	- 5,5%

Planilla 3: Variación histórica (1995-2009) de la INTENSIDAD: ΔT°C Y ΔHR% - Invierno y verano

Utilizando los datos de la Planilla 3 se graficó el comportamiento histórico de la INTENSIDAD de Isla de Calor y Depresión Humídica para verano, el que se presenta en las Figuras 7 y 8, mostrándose una prognosis hasta el año 2015. El correspondiente a invierno no se presenta por razones de limitaciones de espacio.

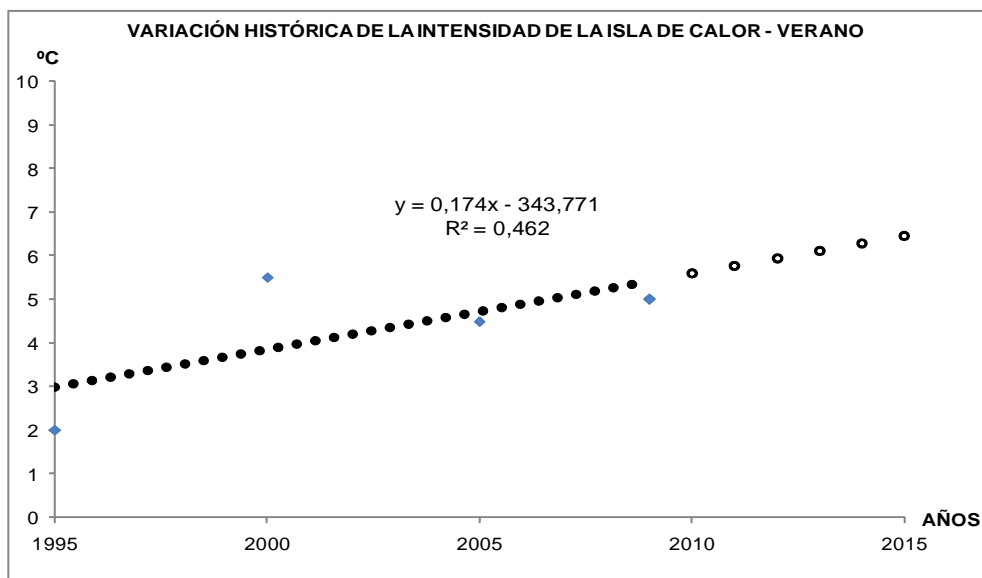


Figura 7: Variación histórica (1995-2009) de la INTENSIDAD de la Isla de Calor – Verano

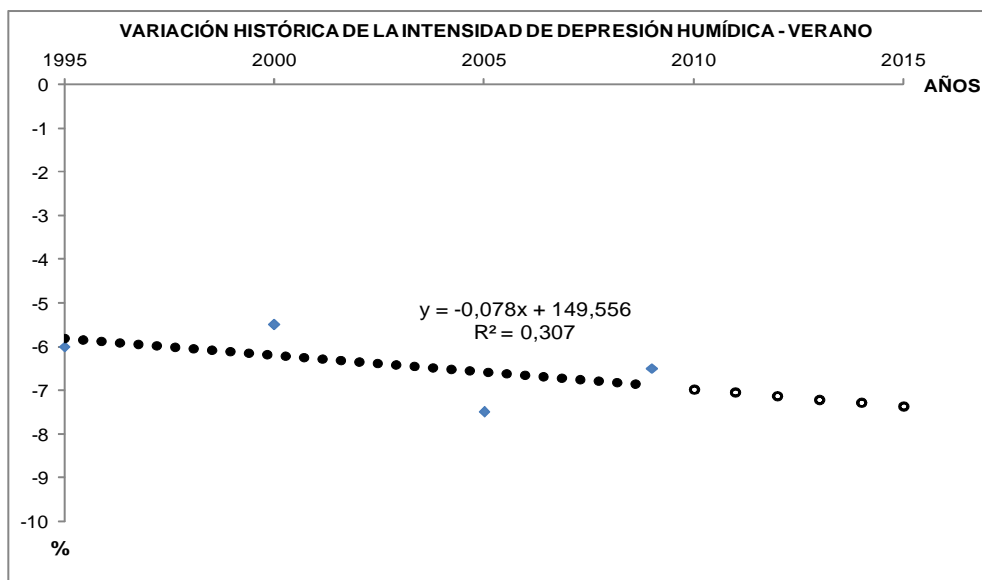


Figura 8: Variación Histórica (1995-2009) de la INTENSIDAD de la Depresión Humídica – Verano

RESULTADOS

El *ALCANCE* de la Isla de Calor y de la Depresión Humídica, tanto en invierno como en verano, presentan tendencias históricas promedios crecientes, para los últimos 14 años, con un R^2 cercano a 0,8 en todos los casos.

Se verifica que el comportamiento de la *EXTENSIÓN* tanto de la Isla de Calor como de la Depresión Humídica para invierno y verano, es variado según la orientación cardinal analizada, mostrando una elevada dispersión, advertida en los bajos valores de los Coeficientes de Determinación (R^2). En promedio para todas las orientaciones cardinales, la variación histórica es decreciente para el período analizado.

En relación a la variación histórica de la *INTENSIDAD* de la Isla de Calor y la Depresión Humídica, resulta una tendencia creciente para el período analizado, si bien los coeficientes de determinación R^2 indican una moderada dispersión de los datos. Este comportamiento es similar tanto para verano como para invierno.

La *ISLA DE CALOR* presenta un comportamiento histórico (1995-2009) promedio para todas las orientaciones cardinales, con las siguientes características:

Incremento promedio anual del *ALCANCE* – verano.....: 55,36m
Incremento promedio anual del *ALCANCE* – invierno.....: 53,43m

Disminución promedio anual de la EXTENSIÓN – verano : - 0,151%
 Disminución promedio anual de la EXTENSIÓN – invierno : - 0,201%

Incremento promedio anual de la INTENSIDAD – verano : 0,173°C
 Incremento promedio anual de la INTENSIDAD – invierno : 0,160°C

La DEPRESIÓN HUMÍDICA presenta un comportamiento histórico (1995-2009) para todas las orientaciones cardinales, con las siguientes características:

Incremento promedio anual del ALCANCE – verano..... : 56,04m
 Incremento promedio anual del ALCANCE – invierno..... : 52,92m

Disminución promedio anual de la EXTENSIÓN – verano : - 0,126%
 Disminución promedio anual de la EXTENSIÓN – invierno : - 0,212%

Disminución promedio anual de la INTENSIDAD – verano : - 0,077%
 Disminución promedio anual de la INTENSIDAD – invierno : - 0,115%

CONCLUSIONES

La isolínea de la Isla de Calor ($\Delta T^{\circ}\text{C}$) y de la Depresión Humídica ($\Delta \text{HR}\%$), presenta el mismo patrón morfológico que la isolínea que modeliza el Límite Urbano (invierno y verano), correspondiéndose en igual plano de referencia. Esto demuestra la influencia directa que la ocupación urbana ejerce sobre las variables climáticas macroescalares.

Las curvas que representan la modificación higrótérmica del clima macroescalar en presencia de la urbanización, para todos los años analizados, excede a la curva que modeliza el Límite Urbano. Esto significa que el efecto higrótérmico del área urbana no se reduce sólo a su ejido, sino que afecta a sus zonas perimetrales colindantes, al extenderse más allá de sus límites.

De las gráficas de ALCANCE de Isla de Calor y Depresión Humídica, se concluye que las rectas de ajuste promedio de ambas mantienen siempre una variación histórica con tendencia en aumento, en relación directa con el aumento de la ocupación del territorio por la trama urbana, tanto para invierno como para verano.

Ejecutando un análisis detallado del ALCANCE de la Isla de Calor, para cada dirección cardinal, se verifica que sólo en 3 de éstas, la variación es decreciente: OESTE, SUROESTE y ESTE. Esto se debe a que el límite urbano en estas direcciones no presentó aumentos significativos en los últimos 14 años, situación que confirma la conclusión del párrafo anterior.

De continuar la actual tendencia creciente de ocupación del territorio, la prognosis indica un aumento de la INTENSIDAD de la Isla de Calor en aproximadamente 1°C respecto de la situación actual, lo cual llevaría a un aumento de la carga de refrigeración y agravaría las condiciones de confort particularmente en la estación de verano.

REFERENCIAS

- Cúnsulo, M., Papparelli, A., Kurbán, A., *et al* (2006) Impacto de la Edificación en el Clima Urbano Árido, AVERMA, ISSN 0329-5184 Salta, Volumen 10. Págs. 11-01 a 11-07.
- Papparelli, A., Kurbán, A., Cúnsulo, M., (1995) Características de la Distribución Espacial de la Ciudad de San Juan. Estadística 1990. ISBN 950-605-226-3 Edit. G.M.A. (FAUD-UNSJ).
- Papparelli, A., Kurbán, A., Cúnsulo, M., (2001) Características de la Distribución Espacial de la Ciudad de San Juan. Estadística 1995. ISBN 950-605-073-2 Edit. G.M.A. (FAUD-UNSJ).
- Papparelli, A., Cúnsulo, M., Kurbán, A., *et al* (2007a) Isla de Calor Urbana en Zona Árida, AVERMA, ISSN 0329-5184 Salta, Volumen 11. Págs. 11-59 a 11-65.
- Papparelli, A., Cúnsulo, M., Kurbán, A., *et al* (2007b) Depresión Humídica Urbana en Zona Árida, AVERMA, ISSN 0329-5184 Salta, Volumen 11. Págs. 11-53 a 11-58.
- Papparelli, A., Kurbán, A., Cúnsulo, M. *et al* (2007c) Características de la Distribución Espacial de la Ciudad de San Juan Estadística 2000. ISBN 13:978-987-584-079-9 Editorial Nobuko. Buenos Aires
- Papparelli, A., Kurbán, A., Cúnsulo, M. *et al* (2007d) Características de la Distribución Espacial de la Ciudad de San Juan Estadística 2005. ISBN 13:978-987-584-079-9 Editorial Nobuko. Buenos Aires

ABSTRACT: Results of a two-year research project (CICITCA-UNSJ 2008-2009) whose general objective is to determine the 1995 - 2009 historical variation of the Urban Heat Island and Humidity Depression, and their relationship with the variation of the urban occupation of San Juan's City, as a contribution to the bioclimatic urban planning are exposed. The statistics correspond to years 1995, 2000, 2005 and 2009, since for these years urban occupation and climatic studies have been made by the Research Unit. The historical performance of the REACH, EXTENSION AND INTENSITY variables of the Heat Island and Humidity Depression are studied in relation to the Urban Area. The results demonstrate a growth of the reach, a decrease of the extension regarding the urban limit and a growth of the intensity for both effects, as much for winter as for summer.

Keywords: Heat Island, Humidity Depression, Land Occupation Factor.