

LA VEGETACION Y EL CONFORT HUMANO EN LA CIUDAD

por: José Fco. Ballester-Olmos*



Paseo de palmeras junto al mar, dos zonas de relax para las grandes urbes.

1.—LA ISLA DE CALOR URBANO

La diferenciación entre el medio ambiente urbano y el periurbano radica en la absoluta diferencia que existe en la estructura de sus superficies. En términos cualitativos, el paisaje natural o agrícola se caracteriza por la vegetación y un suelo más o menos compactado y permeable; sin embargo el área urbana posee unas superficies altamente compactas e impermeables. Obviamente, este contraste entre unas y otras superficies se relaciona con la diferencia que existe entre la capacidad y conductividad térmica de ambas. Esta diferencia se aprecia claramente en la tabla 1 en la que se comparan las constantes físicas de tres materiales típicos en el medio ambiente rural y en el urbano. No obstante esta tabla no refleja las diferencias, más claras aún, que se observan cuando se introducen en la comparación los suelos húmíferos de jardín o las zonas cubiertas de vegetación.

(*) Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Moncada-Valencia.

- Necesidad de arbolado en parques y calles
- La isla de calor urbano
- Indices de disconfort
- Cálculo de ambos parámetros

TABLA 1
Comparación de constantes físicas de materiales rurales y urbanas

Superficie	Conductividad térmica (cal. cm. seg/°C)	Capacidad térmica (Cal/cm/°C)
Suelo seco	6×10^{-3}	80
Suelo mojado	5×10^{-3}	50
Hormigón	11×10^{-3}	0.09



FIGURA 1. Variaciones estacionales en la temperatura del suelo.



FIGURA 2. Variaciones diarias en la temperatura del suelo.

La situación quedará mejor definida para el lector si se compara las profundidades a las que en cada material se deja notar la variación de la temperatura diaria y anual. Así, en un suelo con una cubierta vegetal ligera, la oscilación de la temperatura diaria de un día soleado deja de apreciarse a 20-40 cm de profundidad, sin embargo, en pavimentos compactos es-

ta penetración térmica se detecta a 80-100 cm. En cuanto a las variaciones termométricas anuales son de nota en 4-8 metros cuando se trata de suelo con césped y en 15-19 m bajo pavimento.

Contrariamente a lo que ocurre en los bosques o en el campo, donde hasta el 60-70% de la radiación recibida se captura y se aprovecha en la evapotranspi-

ración, en la ciudad los edificios, el asfalto y otras construcciones pueden irradiar hasta el 90% de la energía calorífica que recibe, y lo hacen además como radiación calorífica (infrarrojos).

Así, las ciudades son generalmente más cálidas que las zonas rurales que las rodean. Este fenómeno se conoce como «isla de calor urbano» y está basado en varias circunstancias. Una consiste en que tanto edificios como pavimento se calientan durante el día por la acción solar, liberando calor en las horas nocturnas. A ésta se unen las fuentes caloríficas originadas por la actividad humana, como son los gases calientes emitidos a la atmósfera.

de Londres. Ya en aquellos años Howard observó que durante el día la temperatura de la ciudad del Támesis era de 0.34°C más fresca que la del campo que rodeaba a la ciudad; situación que cambiaba por la noche, llegando a ser la temperatura urbana 3.7°C más alta que la rural. En 1925 Emilien Renou descubrió el mismo fenómeno en la ciudad de París.

El orden natural se altera más aún con la falta de evaporación en las ciudades. La energía solar, que en el campo se consumiría durante la mañana para evaporar el rocío, la gustación vegetal y otras formas de humedad, queda absorbida directamente por los materiales. Además, obviamente, la evaporación se reduce drás-

subsiguiente evaporación a partir del suelo.

Los contrastes se hacen más claros al final de la tarde. En la Tabla 2 se observan las diferencias termométricas que se dan entre un patio pavimentado de unos 1.500 m entre edificios, un césped exterior a los bloques construidos y un pequeño bosque cercano. Fíjese el lector en la evolución de las temperaturas que se producen en un día soleado de verano, con atardecer a las 19h 15 minutos. Es de notar que incluso dos horas tras la puesta de sol las fachadas y el patio están 4-5°C más calientes que la temperatura ambiente y que el valor es alrededor de 1°C mayor en el patio que en el césped. De hecho, la pradera, por su baja capacidad calorífica se enfría más e incluso antes, pues comienza a bajar su temperatura incluso antes de la puesta de sol. Este ejemplo ilustraría y justificaría a pequeña escala una buena parte de la génesis de la isla de calor urbano en una tarde con cielo claro y viento en calma.

La máxima diferencia de temperaturas se produce en la isla de calor unas 2 ó 3 horas tras el atardecer, perdurando durante toda la noche e incluso al amanecer, con lo que también quedan afectadas las temperaturas mínimas.

Como veremos más tarde las menores diferencias entre los termómetros urbanos y los de la huerta circundante se observan hacia el mediodía.

Inclusive está demostrado que estas islas de calor se producen con tamaño menor en lugares determinados de las ciudades, como grandes centros comerciales con gran afluencia de gente y tráfico. (Norwine, 1972; Chopra y Pritchard, 1972). Se ha comprobado la formación de pequeñas islas de calor como la antedicha en torno a las 22-23 h en días calmados y claros con diferencias termométricas de 2°C respecto a los alrededores. Sin embargo en días ventosos la diferencia de temperaturas disminuye muy notablemente.

Para disipar la isla de calor hace falta vientos de 3-5 m/seg en ciudades de 50.000 habitantes, de 4-7 m/seg en ciu-



Las ciudades son generalmente más calientes que las zonas rurales que las rodean, debido al fenómeno «isla del calor urbano».

De hecho, a partir de la relación del calor liberado antropogénicamente / radiación solar, se puede deducir que una parte de la génesis de la isla de calor es producida por la actividad humana. En verano, este origen humano tiene menor incidencia en comparación con la radiación solar absorbida.

Por tanto, la isla de calor es reflejo de la totalidad de los cambios microclimáticos que traen consigo las consecuencias antropogénicas sobre la superficie urbana. Inclusive en un complejo de edificios aislados se muestra un microclima diferente al de un lugar similar en estado natural. Las superficies pavimentadas y fachadas almacenan parte del calor recibido durante el día, irradiándolo al aire inmediato tras el atardecer.

Las primeras referencias publicadas acerca de este fenómeno son debidas a Luke Howard, quien en 1812 publicó la primera edición de un libro sobre el clima

ticamente en los regímenes climáticos urbanos comparativamente con los rurales debido a la ausencia de cubierta vegetal. La rápida evacuación del agua debida a la infraestructura de las ciudades elimina la posibilidad de retención de humedad y su

TABLA 2

Evolución de las temperaturas en un patio entre edificios, un césped exterior a ellos y un bosque cercano durante una tarde con cielo sin nubes (Landsberb, 1981).

Hora	Viento (m/seg.)	Temperatura ambiente °C a 2 m sobre el suelo			Temperatura en superficie (°C)							
		Patio	Césped	Bosque	Orientación fachadas				Suelo			
					N	E	S	O	Patio	Césped	Bosque	
16.30	3	30,6	30,6	30	32	35	34,5	>44	>44	33	30	
19.34	1	28,3	27,8	28,2	30,5	31	31,5	33,5	33	29	27,5	
21.95	< 1	25,6	24,7	24,4	27,5	28	29,5	29,5	30,5	23	25	

Productos mediterráneos / Alimentación

dades de 100.000 habitantes, de 8 m/seg en urbes de 400.000 habitantes y de 12 m/seg en ciudades de 8 millones de habitantes. (Salvador, 1990).

La propia existencia de la ciudad como elemento físico incluye lógicamente en los vientos, disminuyendo su velocidad y régimen. Todos los estudios realizados al respecto muestran un aumento de los días con calma en la ciudad en comparación con las áreas rurales y una notable reducción de hasta un 30% en la velocidad de los vientos.

Así, la isla de calor urbano se genera por una inversión conduciéndolos hacia el centro de la ciudad, más caliente, donde ascienden el aire cálido y los agentes de la contaminación, desplazándose lentamente hacia el perímetro de la cúpula al enfriarse. De esta forma el calor y el aire contaminado no pueden dispersarse, con lo que se agrava la situación. (Fig. 3).

Por tanto se aprecia un reciclaje del aire contaminado, que vuelve al centro de la cúpula arrastrando la polución, con lo cual la situación en el centro de la capital empeora en cuanto a la impureza del aire, a lo que se une un aumento de temperatura que en algunas ciudades extranjeras llega a 14°C respecto a la zona rural aledaña a la ciudad.

La diferencia de temperatura entre la ciudad y sus alrededores depende del tamaño de la urbe. Lógicamente de lo dicho se infiere que con el crecimiento de las ciudades se produce un concomitante aumento de su temperatura ambiente, que en algunas ciudades, como Tokio ha llegado a ser de 0.047°C por año en la época de su reconstrucción (1946-1963) no siendo raros valores en torno a 0.01-0.02 (París, Cleveland), e incluso 0.03 (Kyoto, Osaka).

Según Oke (1973), la temperatura aumenta 1°C cada vez que la población se multiplica por 10. De hecho en muchas ciudades, el calor producido por la actividad del hombre en la ciudad está entre el 25 y el 50% del recibido del sol (Flohn, 1970; Kalma, 1974; Duvigneaud, 1975).

La diferencia de temperaturas entre el centro de las ciudades y la zona rural circunurbana tiene diferentes intensidades según el momento del año. Asimismo se percibe una diferencia en la intensidad de la isla de calor al llegar el domingo. En ese día, debido a la disminución de la actividad humana, la diferencia de temperaturas mínimas entre el centro de la ciudad y la zona rural se hace la mitad que en los otros días de la semana.

Además de existir una influencia de la existencia de la ciudad en la temperatura considerada en la sucesión de sus valores desde el exterior rural hasta el centro de la urbe, se produce otro gradiente térmico, este vertical (*crossover effect*) que en los lugares edificados tiene un desarro-

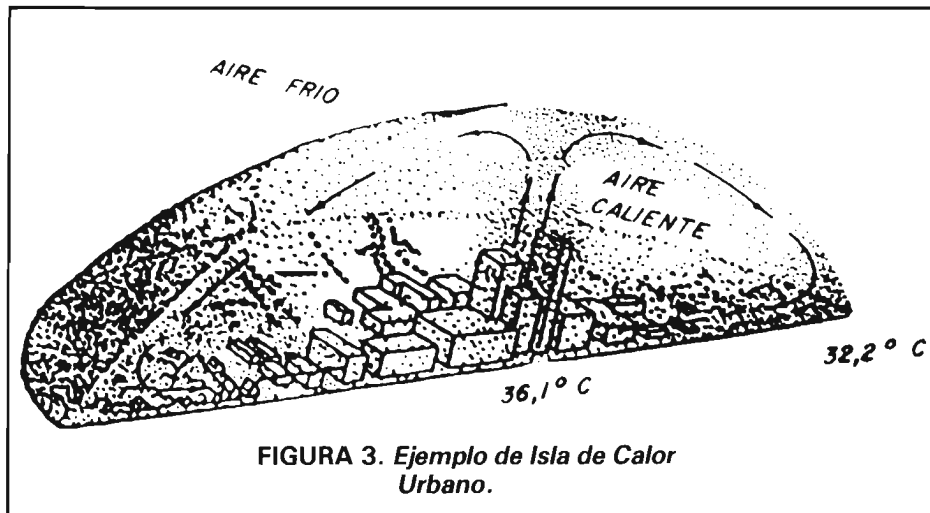


FIGURA 3. Ejemplo de Isla de Calor Urbano.

TABLA 3
Cambios medidos en el clima urbano con relación al ambiente rural circundante según Landsberg (1970), Hubert (1978), Oke (1980) y Hobbs (1980).

Factor	Comparación con el entorno rural	
Velocidad del viento	media anual	20-30 % menor
	ráfaga máxima	10-20 % menor
	calma	5-20 % mayor
Temperatura	media anual	1-2 °C mayor
	mínima	0.8-1.7 °C mayor
	días de sol	2-6 °C mayor
	mayor diferencia nocturna	11°C mayor
Precipitación	total	5-30 % mayor
Humedad relativa	invierno	2 % menor
	verano	8-10 % menor
Nubosidad	cielo cubierto	5-10 % mayor
	niebla, invierno	100 % mayor
	niebla, verano	20-30 % mayor
Radiación	global	2-10 % menor
	U.V. invierno	15-30 % menor
	U.V. verano	5-30 % menor
	insolación	5-15 % menor
Contaminación	núcleos de partículas	10 veces más
	mezclas gaseosas	5-25 veces más

llo absolutamente diferente al que se produce en zonas rurales. (Fig. 4).

La isla de calor influye en las precipitaciones de lluvia y nieve y en modificaciones del comportamiento ecológico, desplazando especies de hábitats más cálidos a otros en el centro de la ciudad y asimismo en el estado fenológico de las plantas. En Washington se ha observado que las magnolias florecen unas dos semanas antes en la ciudad que en los suburbios. En

esa ciudad las primeras heladas se producen en torno al 3 de noviembre, sin embargo en las zonas aledañas a la capital el comienzo de las heladas se da dos semanas después, con lo que el periodo libre de heladas es de unos 35 días más largo que en el área normal. Similares resultados se han observado en Moscú (Davittaya, 1958) con 30 días más y en Munich (Krotzer, 1956) con 61 días de más.

Otras consecuencias de la isla de calor

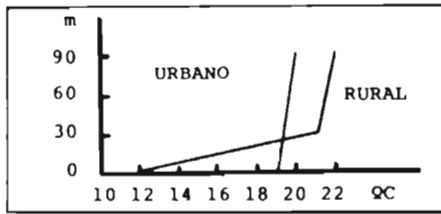


FIGURA 4. Típica distribución termométrica vertical nocturna en una zona urbana y en su área rural adyacente, observándose el llamado efecto crossover. (De Landsberg, 1981).



Plaza del Altozano (Albacete) un bonito ejemplo de integración zona verde en la gran ciudad.

urbano en las ciudades son las referentes a la disminución de la radiación luminosa que se produce al concentrarse los contaminantes en una capa uniforme, a modo de sombrilla, que cubre el área urbana y que dificulta el paso de los rayos solares debido a fenómenos de reflexión y absorción. La absorción producida es selectiva, y alcanza valores significativos principalmente en las zonas ultravioleta y visible del espectro. Por otra parte, se llega a producir una reducción media global de la radiación solar del 20% en verano. En invierno, existe un 30 por ciento de disminución de la radiación ultravioleta, lo que tiene importantes consecuencias sobre las enfermedades de la piel. Naturalmente, no todos los contaminantes atmosféricos urbanos influyen de la misma manera sobre la luz ultravioleta; se ha comprobado que la disminución de la radiación es mayor ante partículas de carbón o plomo (Seoanez et al, 1981).

También debe tenerse en cuenta que en el interior de la zona urbana se produce una disminución de la humedad relativa y absoluta del aire como consecuencia directa del aumento de temperatura y por la existencia de áreas impermeables, ya que el agua de lluvia se evacúa rápidamente. Por lo tanto, si ésta es superior en el centro a la del extrarradio, la humedad variará de la misma forma. En las zonas urbanizadas se pierde hasta el 90% del agua de lluvia caída, y más aún en los climas con régimen torrencial, como son los mediterráneos, a diferencia del 10-15% que se pierde en las zonas rurales. Los niveles de energía exteriores son de 150-600 cal/cm²/día, lo que equivale a una capacidad evaporativa de 2.5-10 mm/día de agua, lo cual constituyen valores de importancia a la vista de que hace falta 590 cal.gr para evaporar 1 cm³ de agua. El efecto evaporativo extrae energía del sistema, originando una reducción real de temperatura en función del gradiente de humedad ambiental, niveles de viento, etc... Existen fórmulas para estimar la temperatura de la isla de calor; en concre-

to, para determinar la máxima diferencia de temperaturas entre las áreas urbanas y las rurales circundantes.

Máxima isla de calor urbano = $[2,01 \cdot \log \text{Población} - 4,06]$

La desviación típica de esta fórmula es $\pm 0,9$, con una varianza del 74%.

En Seúl se hicieron dos regresiones múltiples, usando datos climáticos y de población, obteniéndose regresiones que dieron de media:

Isla de calor urbano. Media = $[6,04417 \times \log \text{población}] - 40,81599$.

Con mayor precisión. Media = $[-3,46940 \times \log \text{población}] + 25,5846$.

Aplicando a la ciudad de Valencia los cálculos correspondientes a la máxima isla de calor se obtiene una estimación de 7-8°C, valores que se darían en los días en que el aire está calmado y la atmósfera estable, es decir, en verano. En los meses invernales la diferencia termométrica entre el centro de Valencia y la periferia no sería tan acusada.

Por lo antedicho era lógico suponer la existencia de una «isla de calor urbano» en Valencia, dado que su existencia se evidenciaba en las fotografías en banda infrarroja tomadas por el satélite Landsat-

7, apareciendo una zona circular caliente localizada sobre la parte central de la ciudad (Salvador y Smith, 1987; Salvador, 1987).

Mediante medición termométrica de diversos puntos de un extremo a otro de Valencia se han apreciado diferencias de 5°C, observándose una isla de calor en el centro de la ciudad y otra menor hacia el Grao.

2.—EL INDICE DE DISCONFORT

Así pues vemos que el hecho de la existencia de una ciudad comporta la aparición de unas situaciones molestas y nocivas para el habitante de la urbe, lo que puede ser paliado en buena parte por la existencia de vegetación, dado que ésta influye en parámetros que mejoran el grado de bienestar del hombre en la ciudad. Para la cuantificación del bienestar recibido en un lugar se emplea el llamado «Índice de disconfort» en el que intervienen la temperatura, humedad y viento principalmente, y cuyo valor es tanto mayor cuanto menos agradable es el lugar para las personas, pudiéndose relacionar con la estabilidad emocional de los ciudadanos. Uno de los métodos clásicos para la evaluación del confort humano ha sido el

Productos mediterráneos / Alimentación

reloj de Mc Farland y otro la determinación de un área característica como en los trabajos de Carpenter y Walker. Otro sistema es la utilización de fórmulas o índices de confort (o de disconfort). El utilizado en Valencia (Salvador 1990) es:

$$ID = [0.4 \times (T + TW)] + 15$$

y la obtenida en estudios similares en Seúl (Kwi - Gon - Kim, 1989) fue:

$$ID = [0.72 (T + TW)] + 40.6 = 0.81 T + 0.01 HR (0.99 T - 14.3) + 46.3$$

Donde ID: Índice de disconfort

T: Temperatura con bulbo seco

TW: Temperatura con bulbo húmedo.

HR: Humedad relativa.

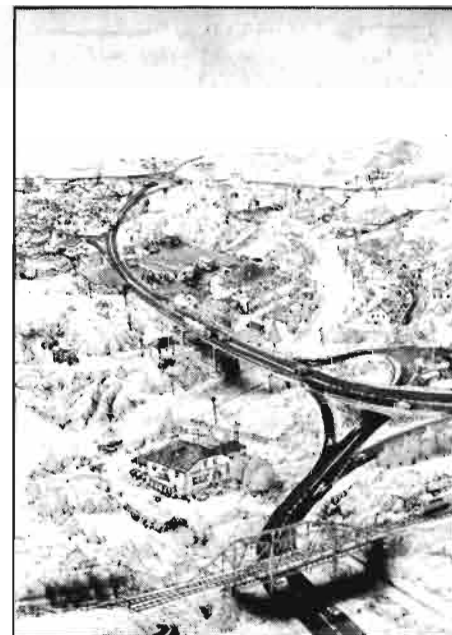
De hecho, a partir de un valor del ID en torno a 82 o mayores comienza a poderse relacionar con el nivel de desórdenes delictivos, criminalidad, mortalidad de ancianos, etc.

Según el Servicio de Jardinería y Paisaje del Ayuntamiento de Valencia, los valores del ID en la ciudad son los siguientes:

Jardín de Viveros	62
Glorieta	64
Cauce del Turia	65
Poeta Querol	66
Plaza Tetuán	66
Jardines de Monforte (interior)	67
Jardines de Monforte (exterior)	70
Alameda	68
Jardines de La Fe	67
Calle Salamanca	68
Mauro Guillem	69
Calle Colón	69
Grabador Esteve	70

Observando los valores arriba expresados, todos ellos calificables de confort mediano, se infiere la positiva influencia de las zonas arboladas o ajardinadas sobre el confort humano en nuestra ciudad. De hecho, la vegetación influye directamente sobre la temperatura de la ciudad, amortiguando los rigores estivales, y disminuyendo en consecuencia la intensidad de las «islas de calor urbano». Esto se justifica entre otras razones por el incremento de la superficie protegida de la radiación solar directa por la sombra de los árboles. Por otro lado, la vegetación incrementa la humedad ambiental por la propia transpiración y el riego de los suelos donde vegeta, con el consiguiente alivio térmico. Asimismo, está demostrado que el color verde matiza y reduce los excesivos brillos y reflejos de la luz solar sobre las superficies urbanas.

De hecho, los investigadores del Servicio Forestal del USDA han evaluado que la transpiración de un árbol de buen porte corresponde a un poder refrigerante de más de 150.000 frigorías por día, lo que equivale a cinco acondicionadores de aire de tipo medio funcionando 20 días por



Estrategias distintas de desarrollo económico social y ambiental producen modelos diferentes de ordenación territorial. (De la publicación «Medio Físico y Ordenación del Territorio», serie: Ingeniería Geoambiental, Instituto Tecnológico Geominero de España).

año (Leonard, 1972. Esta capacidad de los árboles para moderar las temperaturas altas ha sido comprobado en California. En dichos estudios se observó que las temperaturas en el Valle Imperial, que oscilaban entre 24 y 28 °C, se refrescaron unos 7.5 °C en 5 minutos al llegar la línea de sombra de la vegetación (Moffat, 1979).

Un estudio de la Universidad de Michigan precisó que en comparación con un bosque de 8.100 m² de robles, un área similar cubierta de césped y una superficie asfaltada, el área sombreada por el arbolado tenía una temperatura 3.5-4.5 °C más fresca que el césped, y a su vez el aire en la zona asfaltada era 15 °C más válido que el de la pradera. Asimismo constataron que un campo de fútbol cercano con césped artificial tenía 3.5 °C más que la pradera natural (Haskell, 1971). Se ha calculado (Salvador, 1990) la relación matemática entre la temperatura y las áreas verdes:

Temperatura media anual: -2.6440 log relación espacios verdes + 10.75701 donde la relación es el tanto por uno de espacios verdes al total de la superficie de la ciudad.

En la ciudad de Valencia entre la calle Colón (asfalto) y la Glorieta (jardín), pese a estar tan cercanos hay una diferencia de 5 puntos en el índice de disconfort, lo que se relaciona con la temperatura 2 ó 3 °C más fresca en la Glorieta durante un día especialmente caluroso de verano, y una humedad un 5-8% mayor en dicho parque, donde además, al tratarse de un espacio abierto, el viento penetra mejor.

Se ha demostrado asimismo que en las condiciones de la urbe valentina, las calles que poseen arbolado de alineación de gran porte, tienen unas condiciones de humedad relativa superior en 4 ó 5 puntos a las calles con escaso o nulo arbolado.

La formulación estrictamente numérica del disconfort por índices es algo fría, y se necesita profundizar más en el análisis de la regresión entre esos índices y los espacios verdes urbanos. Estos estudios proporcionan significativa correlación negativa entre los índices de disconfort en invierno y verano con los espacios verdes. (Salvador, 1990).

En Valencia:

ID (verano): (-6.66 E-7 * espacios verdes) + 32,91

$$R^2 = 0.3522$$

ID (invierno): (-9.45 E-7) * espacios verdes + 14.33

$$R^2 = 0.5757$$

Es decir, a mayor superficie verde, menos índice de disconfort. Los resultados de Seúl y Méjico son similares.

Asimismo, la vegetación puede constituir una pantalla contra vientos desagradables en determinadas calles con orientaciones desfavorables respecto a la dirección de los vientos dominantes, por ejemplo, en calles estrechas donde se pueden generar vientos de alta velocidad, desagradables para el ciudadano. Los vientos pueden producirse en tres regímenes: laminar, turbulento y en rachas. En una ciudad, los edificios favorecen mucho el paso de laminar a régimen turbulento.

En relación a la velocidad del viento, la presión a barlovento aumenta enormemente cuando encuentra un obstáculo. El efecto de cortavientos da lugar a una reducción de la velocidad y por lo tanto de la presión, pero sólo efectiva cuando hay un grado de permeabilidad del orden del 50%. Si el obstáculo carece de permeabilidad, un muro por ejemplo, el efecto del viento no desaparece, sino que se pone de manifiesto a sotavento por turbulencia. (Salvador 1990).

La altura y la composición de la superficie del cortavientos influye en la profundidad protegida por el cortavientos. La fórmula debida a Jensen se expresa así:

$$L = 36 + 5 h/k$$

donde L = longitud (pies)

h = altura de la pantalla (pies)

K = coeficiente de permeabilidad
50% → 1
70% → 1.28

De acuerdo con Salvador Palomo (1990) es necesario estudiar el régimen, frecuencia, origen de los vientos, y corredores de vientos en la ciudad, así como analizar el grado de reducción y la amplitud de la zona alcanzada, en función de la composición de la pantalla cortavientos, edad y altura que alcanza y su grado de permeabilidad.

Es evidente el efecto beneficioso del arbolado vial, lo que se constató y cuantificó en las medidas de luxometría y radiometría realizadas por Montolío (1988) en el Servicio Municipal de Jardinería y Paisaje de Valencia. Dependiendo de la especie y el estado fenológico del árbol se da un porcentaje de reducción de luz y calor, lo que contribuye a hacer más confor-

table la ciudad a sus habitantes, contando también con el efecto positivo del color verde, antes mencionado.

En el aspecto de sombras y protección contra la radiación solar directa, la ciudad de Valencia es particularmente desfavorable. En verano la luz solar incide casi perpendicularmente y se refleja en una ciudad caracterizada por el color claro de sus edificios, con lo que la luz reflejada es muy intensa.

La radiación solar tiene una reflexión de diferente grado según las superficies de los objetos que la reciben y esto es lo que se denomina albedo.

Por otra parte, la vegetación tiene diferente grado de control de la radiación interceptándola, o bien por reflexión y también por absorción o conducción.

Con suficientes parques públicos y con adecuada densidad arbórea tanto en las zonas ajardinadas como en calles y plazas se atenuaría el calor recibido por radiación y reflejado por las superficies urbanas, así como disminuiría el deslumbramiento debido a los reflejos.

Las especies de árboles más adecuadas para el sombreado que interesa al viandante, es decir, más intenso en verano y menor en invierno, son los tilos, que dan un 97% de reducción de luz y que vienen ocupando el lugar 19 en la lista de especies según el número de ejemplares plantados en Valencia; el *Acer negundo* con un 94% y ocupando el lugar 1 con unos 3.000 ejemplares en nuestra ciudad; la *Robinia pseudoacacia*, con un 93.5% y ocupando el puesto 4, la *Sophora japónica* con el 91% y en el lugar 8, y la *Melia acedarach* con un 90.5%, el moral o el *Populus alba pyramidalis*, ambos con el 88% (Montolío, 1988).

LITERATURA CITADA

- 1.—Chopra, K.P., y W— M. Pritchard, 1972. Urbanshopping centers as heated islands. Preprint. Conf. Urban. Environ.; Conf. Biometeorol., 2nd. 310-317 Am. Meteorol. Soc. Boston.
- 2.—Davitaya, F.F. 1958. Principess and Methods of agricultural evaluation of climates. In— «Agrometeorological Problems» pp 62-70. Moscú.
- 3.—Duvigneaud, P. 1975. L'ecosysteme Bruxelles. In: Duvigneaud, P. y Denaeyer— De Smet, S.: L'Ecosysteme urbain. Application à l'agglomeration bruxeloise. p 45-47. Bruxelles.
- 4.—Flohn, H. 1970. Produzieren wir unser eigenes klima? Meteorol. Rundschau, 23, 161-164.
- 5.—Haskell, T., 1971. Environmental values of trees and landscape plants. National Symposium for Parks, Recreation, Environmental Design. p. 13.
- 6.—Howard, L., 1833. Climate of London deduced from meteorological observations. 3ª Ed., 3 vols. Harvey y Darton. Londres.
- 7.—Kalma, J.D., 1974. Advective boundary-layer model applied to Sydney, Australia. Boundary layer Meteorol. 6, 351-361.
- 8.—Krotzer, F.F., 1965. Das Stadtklima. 2ª Ed. p. 36. Fried viewed sohn Braunschweig.
- 9.—Landsberg, H.E. 1981. The urban climate. Academic Press. New York. 275 pp.
- 10.—Moffat, A. 1979. Landscaping to conserve energy. Horticulture, p. 7.
- 11.—Montolío, M. 1988. Microclima urbano de Valencia. Interacción con el sistema de vegetación. Trabajo Fin de Carrera. EUI-TA. Universidad Politécnica de Valencia.
- 12.—Norwine, J.R., 1972. Heat island properties of an enclosed multilevel suburban shopping center. Preprint. Conf. Urban. Environ. Conf. Biometeorol., Philadelphia. 2nd, 139-143. Am. Meteorol. Soc. Boston.
- 13.—Oke, T.R. 1973. City size and the urban heat island. Atmos Environ. 7, 769-779.
- 14.—Renou, E. 1855. Instructions meteorologiques. Annuaire Soc. Meteorol. de France. Vol 3. Part. 1. 73-160.
- 15.—Salvador Palomo, P.J. 1987. «Climate and vegetation. Urban culture at a mediterranean city. Mab-Intern Symposium «The role of nature in revitalizing cities.»
- 16.—Salvador Palomo P.J. D.R. Smith, 1987. «Vegetation and urban climate in Valencia, Spain, A pi lot project. Mab— UNESCO.
- 17.—Salvador Palomo, P.J. 1990. Interacción vegetación— microclima urbano. Actas del I Curso de Paisajismo y diseño de Jardinería. Valencia.
- 18.—Seoanez M., B. Aguilar y C. Tortolero. 1981. Contaminación de origen industrial y urbano en el medio natural. En: Tratado del Medio Natural. Tomo I. 117-145— Univ. Pol. Madrid.
- 19.—Seoanez M., B. Aguilar y C. Tortolero. 1981. Elementos naturales en medios adversos: ecosistemas urbanos. En: Tratado del Medio Natural. Tomo V. 133-152. Univ. Pol. Madrid.

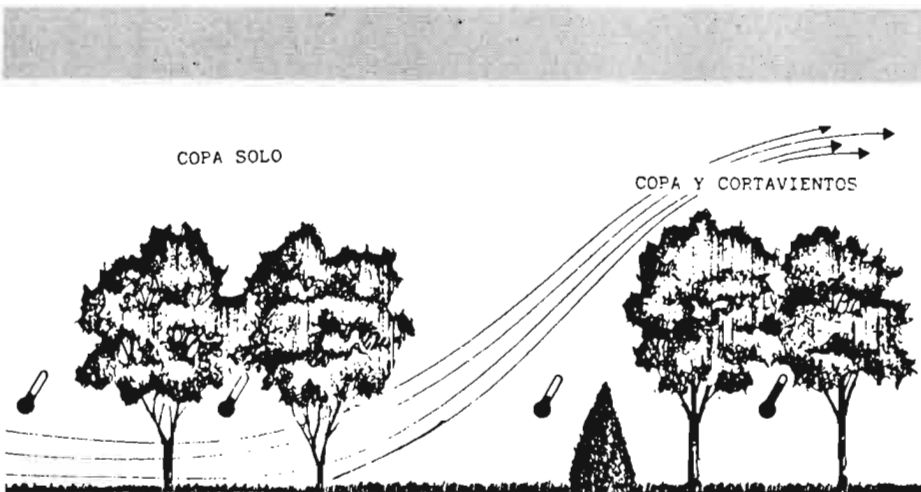


FIGURA 5. Dinámica del viento con diferentes agrupaciones arbóreas.