

LA CIUDAD Y EL VIENTO

ESTUDIO DEL PROBLEMA DEL VIENTO EN RELACION
CON LA DISPOSICION DE LOS NUCLEOS URBANOS

Arquitecto: Fernando de Terán Troyano.

INTRODUCCION

La preocupación e interés que Vitrubio expresó en sus libros de Arquitectura por el viento como factor de relevante consideración en el planeamiento de la ciudad, no fué unánimemente compartida en tiempos posteriores, a juzgar por la cantidad de ciudades edificadas con desprecio de la acción del viento.

No es difícil, sin embargo, encontrar en los tratados de urbanismo antiguos y modernos alusiones e indicaciones relativas a este problema, pero casi siempre escasas y hechas de una manera teórica y general. Sólo los recientes estudios climáticos pueden aportar material interesante al urbanista. Por otra parte, no conviene tampoco desquiciar la cuestión haciendo de ella artículo fundamental, sino concederle la importancia justa que tiene. Nuestra civilización tecnológica parece aspirar a fundamentarlo todo, incluso una labor creadora, en unos datos y unas certezas tangibles. Ayudado por la meteorología y la geografía, el urbanista de hoy puede centrar la importancia del problema del viento y considerarlo en sus trazados. "Viento y sol son factores de primer grado que habrán de tenerse en cuenta en la urbanización. Frecuentemente estos factores deciden trazados, como por ejemplo cuando una industria nociva va a implantarse. Entonces habrá que tener en cuenta no construir viviendas en la dirección de los humos. Pero es una equivocación dar al viento toda la importancia, como lo hizo Vitrubio, al que parece que afectaban las corrientes de aire" (1).

Los motivos principales por los cuales el viento es un elemento que debe ser atendido por el urbanista son positivos y negativos, es decir, presenta ventajas e inconvenientes. Las ventajas: que ventila, que evapora humedades y que refresca (en climas cálidos). Los inconvenientes: que extiende los humos y los olores, que ayuda al agua a penetrar en las superficies, que caldea o enfría, que ayuda a la acumulación de la nieve, que exige reforzar las construcciones para poder resistir su empuje y que moviéndose y encajándose entre la edificación, crea zonas especialmente desagradables en la ciudad.

Al estudiar una urbanización preparando previamente

te una información completa sobre el lugar concreto, en el capítulo de los caracteres físicos debe figurar un apartado dedicado al viento, con los informes climáticos acerca de los caracteres distintivos de la localidad, y es muy conveniente hacer un cuadro de diagramas meteorológicos, establecidos conforme a las medidas generales suministradas por los establecimientos científicos del país y en los que se representen la frecuencia de los vientos y su intensidad relativa.

Esto en el caso de localidad sometida a la acción normal del viento. Hay veces en que "el meteorólogo debe ser consultado, y no sólo eso, sino que en casos debe colaborar con el urbanista para resolver ciertos problemas, como, por ejemplo, el de una ciudad en localidad ventosa" (2).

El problema ha quedado, por otra parte, incluido de forma natural en los informes previos a la urbanización, al concebirse cada vez más la ciudad en relación con el medio, y en la elaboración de los planes regionales. Es aquí donde la ayuda del meteorólogo y del geógrafo puede ser más decisiva, aportando datos sobre macro y microclima.

Tres son las diferentes clases de viento que pueden actuar sobre una ciudad: el viento general, factor macroclimático del país; el viento local o microclimático y el sistema de brisas propias de la ciudad que luego estudiaremos.

El estudio del viento en relación con la urbanización, nos parece que debe hacerse desde estos tres puntos de vista: a) *Estudio meteorológico* de los vientos actuantes, dirección e intensidad, alteraciones naturales, tomas de datos, gráficos, etc. b) *Estudio de la ciudad ante el viento*; influencia de la ciudad en el campo de acción del viento, modificaciones térmicas y mecánicas, que introduce. c) *Estudio del viento en la ciudad*, defensa, relación con la salud humana, trazados urbanos y disposiciones internas en relación con los vientos.

Siguiendo este esquema, empecemos con unas nociones de meteorología que nos permitan estudiar las primeras características de los vientos.

(1) P. Abercrombie: *Planeamiento de la ciudad y del campo*.

(2) A. E. Aresi: *Urbanística*. Sin fecha.

ESTUDIO METEOROLOGICO

Dirección e intensidad.—Se entiende por dirección de un viento aquella de la cual viene, referida a la "rosa de los vientos", reducida ésta generalmente a las ocho direcciones principales: N, NE, E, SE, S, SO, O y NO, contadas a partir del norte geográfico. A veces se encuentran informes meteorológicos en los que la dirección del viento se da por un número, correspondiendo el 0 a la calma, el 1 al NE, el 2 al E, y el 8 al N. Mayor precisión, y también mayor complicación, se obtiene con las rosas de 16 y 32 direcciones.

La velocidad, fuerza o intensidad de un viento se mide en metros por segundo, kilómetros por hora o millas por hora. La conocida escala de Beaufort asigna un número y un nombre a cada tipo de viento, según su velocidad media. Existe, además, una escala simplificada, llamada escala telegráfica:

Núm.	m/seg	Núm.	m/seg
0	0 a 1	5	8 a 10
1	1 a 2	6	10 a 12
2	2 a 4	7	12 a 15
3	4 a 6	8	15 a 18
4	6 a 8	9	más de 18

Representación. Diagramas.—En las informaciones meteorológicas diarias se emplea para representar el viento en un momento dado una flecha en la dirección de dicho viento, con unos trazos oblicuos que indican su intensidad, en relación con la escala telegráfica. Un trazo corto equivale a un grado. Uno largo a dos (figura 1).

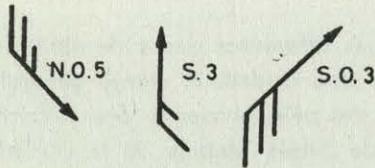


FIG. 1

La representación gráfica general del viento puede hacerse de diversas formas, siendo la más usual el reducir a tanto por ciento del total de observaciones la frecuencia de cada dirección y tomar sobre las ocho direcciones de la rosa de los vientos, partiendo del centro, una longitud proporcional a la frecuencia respectiva, uniendo luego los extremos y formando un polígono. En la figura 2 se da la tabla así obtenida para el caso de Alcalá de Henares, con el gráfico correspondiente, resultado de las observaciones recogidas en un período de diez años (3).

(3) Tomado del *Análisis de Alcalá de Henares*, publicado en 1948 por el Instituto de Estudios de Administración Local.

Otro procedimiento, que representa en un mismo gráfico, fuerza y dirección del viento, es el de la fig. 3. Las frecuencias se dan también en tantos por ciento y la escala del dibujo está dada por la distancia entre

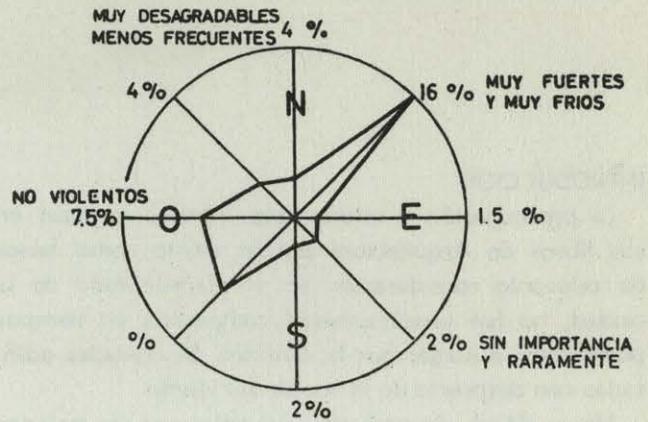


DIAGRAMA DE VIENTOS DE ALCALA HENARES

DIRRECCION	FRECUENCIAS (DIAS)	%
N	145	4
NE	593	16
E	57	1.5
SE	68	2
S	67	2
SO	368	10
O	277	7.5
NO	158	4
VARIABLE	617	17
CALMA	1306	36
TOTAL	3.651	100

FIG. 2

el círculo visible y aquel otro en que se encuentran las puntas de las flechas, distancia a la que se asigna un número de grados de la escala telegráfica. El porcentaje correspondiente a cada dirección se descompone en tres

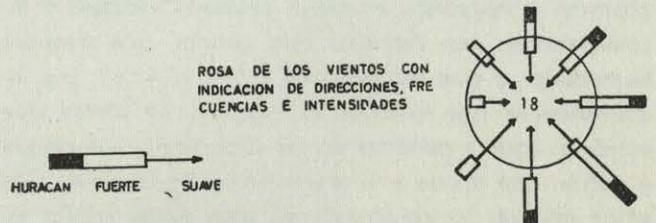


FIG. 3

partes: vientos flojos (1 a 3 de la escala), indicados en línea fina; vientos moderados (4 a 7) y vientos fuertes (8) en trazo negro grueso. El porcentaje de calmas

lo da el número inscrito en el interior del círculo. También damos como ejemplo la representación gráfica de la duración relativa anual media, expresada en días y calculada conforme a un período de tres años, de los vientos observados por cuatro estaciones meteorológicas inglesas (fig. 4).

CUATRO ESTACIONES INGLESAS

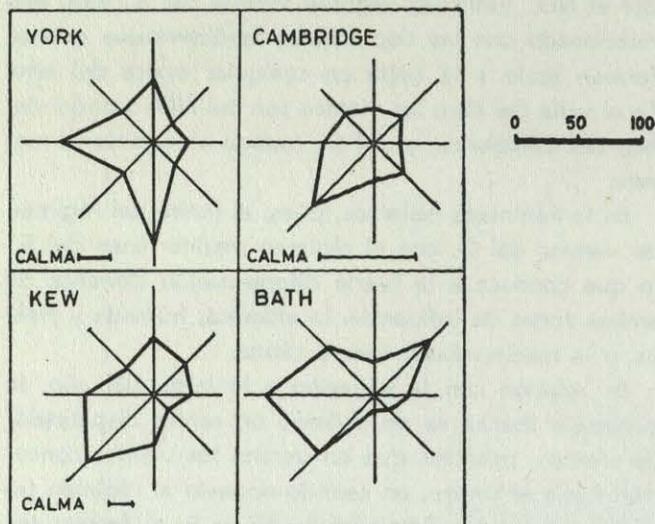


FIG. 4

La longitud de los radios, medida por la escala adjunta, representa, en días, la duración anual media del viento en las ocho direcciones principales (4).

Para representación múltiple, y a escala reducida, de varias localidades se puede hacer un gráfico simplificado, como el de la fig. 5, conveniente para amplias zonas representadas en un mapa general.

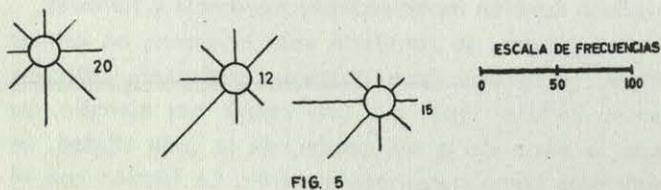


FIG. 5

Sin embargo, ninguno de estos tipos de gráficos basta cuando se quieren expresar no sólo las direcciones y sus frecuencias, sino también la variación de ellas a lo largo del año, lo cual puede interesar precisamente al urbanista que quiera pensar en la diferencia de condiciones que una ciudad deba tener ante el viento en estaciones diversas del año. En este caso, parece más indicado utilizar el tipo de diagrama que damos en la

figura 6, correspondiente a la ciudad de Singapur, que representa las resultantes mensuales de un período de dieciséis años (5). Uniendo este tipo de diagrama a la representación de intensidades que da el de la figura 3, creemos que se obtendría el diagrama más completo para formarse una idea inmediata, de manera clara y sencilla, del viento en una localidad, en cualquier época del año, y su variación a lo largo de éste.

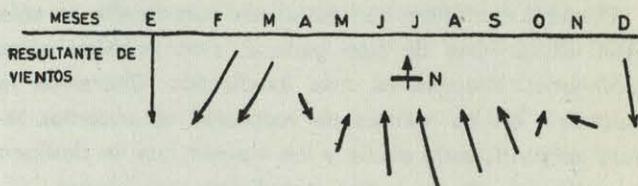


FIG. 6

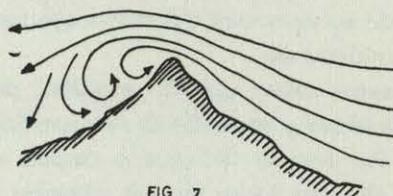


FIG. 7

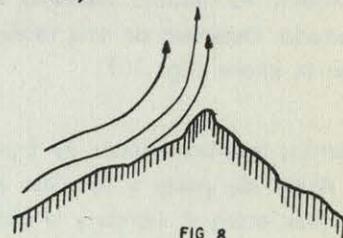


FIG. 8

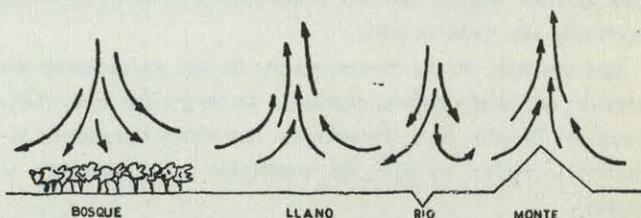


FIG. 9

Alteraciones naturales.—Conviene saber al urbanista las alteraciones mecánicas que la orografía introduce en la acción del viento. La dirección y velocidad se ven muy afectadas por las condiciones del terreno. Hay accidentes orográficos que acentúan la fuerza del viento, encauzándolo en direcciones determinadas o, por el contrario, frenándolo al oponerle obstáculos en su marcha. La parte más elevada del obstáculo es la más afectada por el viento, ya que es allí donde éste adquiere más velocidad. A sotavento se forman entonces grandes remolinos y áreas de succión en las que la dirección del viento parcial puede ser opuesta a la del viento

(4) Tomado de *Town Planning in Practice*, de Unwin.

(5) Tomado de *Singapore Town and Country*, de E. H. Dobby.

general (fig. 7). Estos accidentes pueden ser también la causa de movimientos verticales del aire, producidos al tener que remontar el obstáculo, si es éste muy extenso (fig. 8). Pero estos movimientos verticales se originan más bien por convección debida a diferencias térmicas parciales en el propio terreno, llegando a establecerse una complicada circulación de corrientes ascendentes y descendentes sobre las áreas de diferente temperatura (fig. 9).

Diversos científicos han estudiado con detalle no sólo estas alteraciones de tipo general, sino también otros fenómenos interesantes más localizados. Citaremos la existencia de los vientos de montaña, ascendentes la dera arriba durante el día y los vientos que se deslizan por el fondo de los valles, estudiados por Geiger (6).

Otra alteración en el comportamiento del viento la introduce el encontrar en su paso una masa de vegetación que va reduciendo su velocidad del modo que luego estudiaremos detenidamente.

También es interesante saber que la velocidad del viento aumenta con la altura y depende de la superficie sobre la que actúa. Por encima de agua o césped el aumento es mínimo. Máximo sobre terreno irregular o cortado. Petersen da una tabla de variación del viento con la altura (fig. 10).

Vientos macroclimáticos de España

Antes de pasar a estudiar las relaciones y acciones mutuas entre el viento y la ciudad, parece conveniente dar un resumen del conjunto de vientos fundamentales que actúan dentro de las condiciones macroclimáticas normales de nuestro país.

Los vientos, como consecuencia de las variaciones de presión en la atmósfera, varían a lo largo del año, dándose en España dos situaciones extremas opuestas, invernal y estival, y dos de transición en primavera y otoño.

Observados en su promedio anual, los vientos que dominan en la Península son: en la región occidental atlántica los de componente O. (SO., O, NO.); en el litoral mediterráneo dominan en cambio los de los cuadrantes segundo y cuarto, el del E. y la pareja NS. (7).

De ello se desprende que un régimen de vientos de componente O. domina el litoral atlántico y el interior de la meseta, a lo largo de cuyos valles, orientados al Atlántico, los vientos alcanzan las serranías ibéricas. En el litoral mediterráneo se pone de manifiesto el dominio del régimen del E., con vientos E. y SE., contrapesados por el NO., junto con algunos vientos del S., todo ello relacionado con las depresiones mediterráneas que se forman junto a la costa en cualquier época del año. En el valle del Ebro los vientos son del NO. cuando vienen del Cantábrico, y del O. cuando vienen de la meseta.

En la Península hallamos, pues, el límite del régimen de vientos del O. con el régimen mediterráneo del E., lo que conduce a la fuerte diferenciación climática de ambas zonas de influencia, la atlántica, húmeda y fresca, y la mediterránea, seca y cálida.

En relación con la variación a lo largo del año, la península Ibérica es en invierno un centro dispersador de vientos, mientras que en verano los vientos concurren hacia el centro, en sentido opuesto al régimen invernal, abrasadores los del E., SE. y S., y frescos los del NO.

Esquemáticamente se reflejan estas dos situaciones en las figuras 11 y 12.

LA CIUDAD ANTE EL VIENTO

Influencia de la ciudad en el campo de acción del viento.—De la misma manera que las diferencias estructurales o cualitativas del terreno, tienen una inmediata acción en el comportamiento del viento, la ciudad introduce también modificaciones mecánicas y térmicas.

En conjunto, se comporta ante el viento, en primer lugar, como otro gran obstáculo cualquiera colocado en su camino; igual que una colina, por ejemplo, ya que la masa de la edificación, en la gran ciudad, es suficiente como para hacerse sentir. La fricción con el bosque de edificios es grande y parte de la fuerza del viento se emplea en vencerlo, con lo cual su velocidad disminuye, tanto en el interior de la ciudad como inmediatamente encima de ella. Según Kratzer (8), llega a formarse una especie de almohada de aire en movimiento lento que protege a la ciudad del viento fuerte, el cual tiene que remontarla como

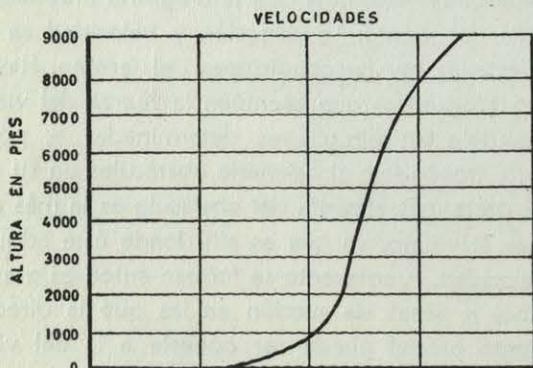
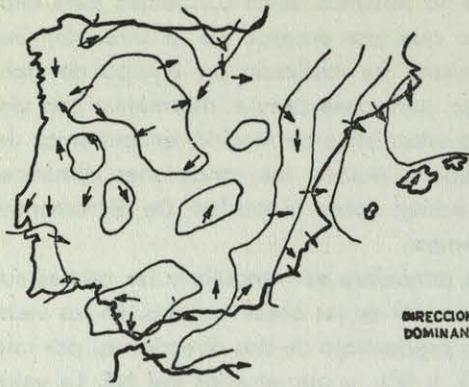


FIG. 10. VARIACION DEL VIENTO CON LA ALTURA

(6) Geiger: *The Climate near the Ground*. Harvard Press, 1948.

(7) Vs. V. Masachs. Capítulo dedicado al clima de la *Geografía de España y Portugal*, publicada por la Ed. Montaner y Simón, páginas 23-24. Barcelona, 1954.

(8) A. Kratzer: *Das Stadtklima*. Braunschweig, 1937.



DIRECCIONES DE VIENTOS
DOMINANTES EN ENERO

FIG. 11

en el caso de una colina, produciéndose entonces un aumento de velocidad en las capas más altas del aire.

Un primer informe interesante sobre la influencia de la ciudad en la velocidad del viento se debe a Kremser (9). Por medio del anemómetro proporcionó una serie de resultados obtenidos en la torre del Joachims-thalschen Gimnasiums de Berlín, la cual, al principio de las mediciones, se encontraba exenta, pero en años sucesivos fué quedando rodeada por casas de apartamentos cuyos tejados estaban sólo a 7 m. por debajo del anemómetro. La velocidad media correspondiente a la década de 1884 a 1893 era de 5,12 m/s. y pasó a 3,93 en la década de 1894 a 1903, lo que significa una reducción del 25 por 100. También cambió la velocidad anual del viento. La variación media da el siguiente resultado:

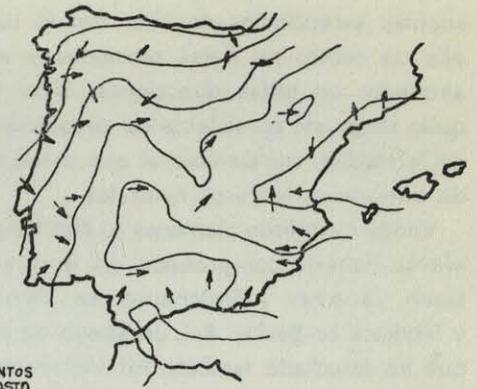
	1884-1893	1894-1903
Verano	2,09 m/s.	1,60 m/s.
Invierno	0,94 m/s.	0,80 m/s.
Media	1,49 m/s.	1,20 m/s.

Una buena prueba de la influencia de la ciudad en la acción del viento se obtuvo también de las cifras facilitadas por las ciudades americanas de Los Angeles y Detroit. Comparando los datos de estas dos ciudades, como hace Kratzer entre 1892 y 1931, con los de sus vecinas estaciones San Diego y Port Huron, respectivamente, se deduce que con la expansión de la ciudad aumenta también en altura esa especie de almohada protectora de aire parado y se origina la disminución de la velocidad del viento. Si en el caso de Berlín, el fenómeno debe achacarse a la edificación de los alrededores de la torre que antes estaban vacíos, en las ciudades americanas es una consecuencia del crecimiento general de la ciudad.

En París, según Maurain (10), la velocidad media del viento en el centro de la ciudad es de 5,1 millas por hora, mientras que en las afueras es de 10,1 m/h.

(9) Kremser: *Ergebnisse vieljähriger Windregistrierungen in Berlin 1909*. Citado por A. Kratzer.

(10) Ch. Maurain: *Le climat parisien*. París, 1947.



DIRECCIONES DE VIENTOS
DOMINANTES EN ABOGTO

FIG. 12

Una comparación en la ciudad de Nueva York, entre el aeródromo de La Guardia y el Observatorio Meteorológico de Central Park, muestra, para los dos años 1952 y 1953, los valores de la siguiente tabla dada por Landsberg (11):

	La Guardia	Central Park	Diferencia
Primavera	12,5	9,9	2,6
Verano	10,5	8	2,5
Otoño	11,2	8,4	2,8
Invierno	14,4	11,1	3,3

Millas por hora

Para el año entero, la reducción media observada en Central Park es del 23 por 100. La altura del anemómetro en Central Park es de 62 pies. La del de La Guardia de 92. El valor que se esperaría en Central Park, debido a la diferencia de altura, sería un 4 por 100 menor, luego el 19 por 100 restante puede adjudicarse a la influencia de todo lo que le rodea.

En la mayor parte de las ciudades, la frecuencia de las calmas aumenta respecto a los alrededores. Los valores comparados con el contorno rural van de un 5 por 100 a un 20 por 100. La reducción en la velocidad del viento, especialmente en invierno, disminuye su poder refrigerador.

Como resultado de todo esto, podemos afirmar que la ciudad ejerce mecánicamente un fuerte influjo en sus relaciones con el viento y modifica el clima local, suavizándolo a causa del efecto protector que hemos descrito. También queda alterado el régimen local de lluvias, en pequeña escala.

El otro efecto que la ciudad introduce en el estado del aire es de tipo térmico y es más discutida su verdadera existencia.

La teoría está basada en que la generalmente mayor temperatura interior de la ciudad (que puede llegar a ser de 8 a 13° de diferencia con su contorno) origina co-

(11) H. E. Landsberg: *The Climate of Towns (Man's Role in changing the face of the earth)*. Chicago, 1956).

rientes ascendentes de aire, con lo cual se forma en ella un centro de bajas presiones y aspira aire a su alrededor en todas direcciones. Si el tiempo es tranquilo surge así un sistema de circulación de aire propio de la ciudad, comparable al que estudiamos en el caso de diferencias térmicas naturales.

Varios científicos alemanes lo han estudiado. Schmaus afirma haberlo comprobado en Dortmund, Eckardt en Essen, Lauscher y Steinhäuser en Viena, Goldmerstein y Stodieck en Berlín. Así, en apoyo de esta tesis, Behre, que ha estudiado también los vientos en Berlín, ha encontrado que al norte de la ciudad hay más viento de componente norte y al sur más viento de componente sur.

Según todas estas observaciones, el sistema de viento propio de la ciudad se mantiene e incrementa a sí mismo siempre que las condiciones generales lo permitan. El aire que penetra se va impurificando por el camino, arrastrando las partículas en suspensión que encuentra, por lo que la opacidad es mayor en el centro de la ciudad. Luego, al calentarse, sube y deja el hueco que tiene que rellenar el aire que nuevamente entra de los alrededores, lo cual explica las nubes negras y las bóvedas de humos sobre las grandes ciudades. Este sistema empezaría a funcionar al amanecer, al empezar a calentarse la ciudad, y dejaría de funcionar al mediodía, cuando la diferencia de temperatura fuese mínima, aunque a veces durase todo el día, según el clima.

Sin embargo, no ha sido plenamente aceptada la existencia de este sistema de viento. Landsberg afirma que la depresión producida en el centro es muy débil y no basta para que el aire en movimiento pueda superar la fricción con los edificios y obstáculos de toda clase, siendo más lógico para el aire de los alrededores penetrar en la ciudad en pequeños impulsos a primera hora de la noche, como un frente frío en miniatura.

Pero lo que no puede negarse es la existencia de la turbulencia atmosférica existente sobre las ciudades y las corrientes ascendentes verticales (gracias a las cuales la atmósfera sigue siendo respirable en ellas) que pueden observarse, incluso a gran altura, y son conocidas de los aviadores como baches y saltos y usadas por los planeadores sin motor para remontarse. En verano estas columnas pueden notarse a menudo cuando se disuelven los cúmulos que flotan hacia el sotavento de la ciudad. Incluso está admitida la existencia de circulaciones a pequeña escala, estimuladas por microinfluencias tales como calentamiento diferente de distintos lados de calle, diferencias térmicas entre tejados, patios, calles o parques.

Vemos, pues, como conclusión, que la ciudad intro-

Muy interesante sería comprobar todos estos fenómenos en una gran ciudad española, ver qué variaciones introduce la masa edificada en la acción del viento,

investigar las alteraciones locales y los vientos microclimáticos, pero no tenemos datos suficientes para ello

En el estudio que por encargo de la Dirección General de Urbanismo ha realizado un equipo de geógrafos españoles como fase previa informativa con vistas al desarrollo urbanístico de Madrid, encontramos un capítulo reservado a analizar las condiciones climáticas generales que actúan sobre la ciudad. De él tomamos los datos siguientes:

En Madrid la atmósfera es tranquila y las calmas suponen un 25 por 100 de las observaciones. En los vientos hay un claro predominio de dos direcciones: por una parte, los del O. y SO., y por otra los del NE. La velocidad es moderada (38 por 100 entre 0 y 5 kilómetros/hora; 56 por 100 entre 6 y 28 Km./h.; 6 por 100 superiores).

Aunque no hay grandes diferencias a lo largo del año, puede señalarse un predominio de calmas en invierno y otoño, siendo tiempo más revuelto el de primavera y verano, con aumento de los vientos del O. y SO. La escasez de vientos del NO. debe estar motivada por la defensa del Guadarrama.

En los observatorios cercanos a Madrid, Cuatro Vientos, Getafe, Torrejón y Barajas el régimen de vientos es semejante al de la ciudad, pudiendo señalarse las particularidades de que en Getafe y Torrejón las calmas son menores, los vientos dominantes siguen siendo O. SO. y NE. y en Torrejón tiene cierta importancia el SE.

Estos datos no pueden servir para sacar conclusiones sobre la acción de la ciudad, por encontrarse estas estaciones muy alejadas del centro urbano. De poderse estudiar los fenómenos que hemos visto analizados en ciudades extranjeras, habría que establecer centros de observación en los contornos mismos de la aglomeración urbana y desenmascarar los datos suministrados por el Observatorio Meteorológico que, por encontrarse enclavado en la gran masa verde del Parque del Retiro, falseará el verdadero comportamiento del viento.

En cuanto al estudio de microclimas dentro de la ciudad, serían necesarias minuciosas y prolongadas observaciones para acometerlo. En el mismo trabajo que comentamos se hace alusión a algunas circunstancias microclimáticas, en función de la variada topografía (el río Manzanares corre entre 580 y 570 m. de altitud, y la mayor parte del casco urbano se desarrolla entre 640 y 690 m., siendo especialmente brusco el desnivel en algunos puntos, lo cual ha de dar importantes diferencias de temperatura), de la situación de la Casa de Campo y Parque del Retiro, de la diferencia de anchura y trazado de calles antiguas y modernas, de la existencia de pequeños espacios verdes interiores, etc.

(Continuará.)