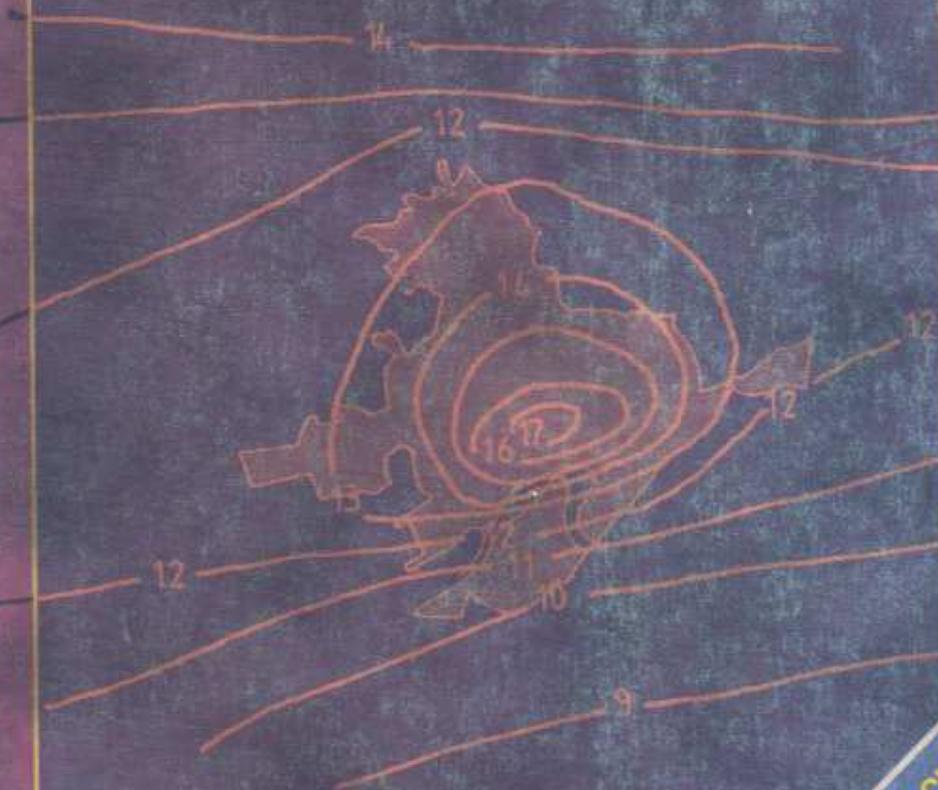


CLIMA, MEDIO AMBIENTE Y URBANISMO EN CÓRDOBA

CONTRIBUCIÓN A LA PLANIFICACIÓN AMBIENTAL
EN CIUDADES DEL ÁMBITO MEDITERRÁNEO

Pedro Domínguez Bascón



colección
estudios **e** cordobeses



I PREMIO DE INVESTIGACIÓN
PALACIO DE LA MERCED

COMUNIDAD DE CIUDADES DEL SURESTE ARGENTINO
Y URBANISMO EN CÓRDOBA
Contribución a la planificación ambiental
en ciudades del ámbito provincial

© de los textos: Pedro Domínguez Bascón

© de la edición: Diputación de Córdoba

Edita: Diputación de Córdoba.

Diseño y maquetación: Punto y Seguido. Publicidad Integral.

Fotomecánica e impresión: Imprenta Provincial.

L.S.B.N.:

84-8154-875-8

Depósito Legal:

CO-442-1999

Agradecimientos:

Alfonso Luque Moreno, Amador Rodríguez, Ana Muñoz Pérez, Ángel Casares Melendo, Antonio Cerdón Córdoba, Antonio García Gutiérrez, Antonio Pedregosa Tendero, Clementina Bermudo Blanco (q.e.p.d.), RR. MM. Escolapias del colegio "Santa Victoria", Comunidad de Jesuitas de San Hipólito, Cristina Martín López, Cristóbal Domínguez Zambra, Eloy Antonio León Parra, Equipo de trabajo del "Piso Terapéutico de Reinserción Social" en el C/ La Ladera, de la Diputación Provincial de Córdoba, Fernando Téllez Díaz, Francisco Criado Truncos, Francisco Luque Pulido, Gabriela Pulido Luque, Gregorio Bueno Ferrer, Inés M^a Pérez Gálvez, Inmaculada Gómez Gracia, Joaquín Millán Pérez, José Luis Rey González, José M^a Carrere Carrasco (q.e.p.d.), José M^a Gómez Bermudo, José M^a González Ramírez, José Peña Lozano, Juan A. García Molina, Luis Gil Varón, Manuel Domínguez Bascón, Manuel Torreras López, M^a Mercedes Reyes, Marcial Reus Sánchez, Miguel Ángel Criado Lastres, Miguel Urbano Guzmán, Pedro Olmo Roso, Pedro Torreño Romero, Rafael Campanero Guzmán, Rafael Páez Castro, Rafael Rey Fernández, Rafael Torreras López, Rafsela Madueño Marín.

**CLIMA, MEDIO AMBIENTE
Y URBANISMO EN CÓRDOBA.**
Contribución a la planificación ambiental
en ciudades del ámbito mediterráneo.

Pedro Domínguez Bascón

colección
estudios  cordobeses

Diputación de Córdoba

INDICE

Desde uno de tus patios haber mirado
las antiguas estrellas,
desde el banco de
la sombra haber mirado
esas luces dispersas
que mi ignorancia no ha aprendido a nombrar
ni a ordenar en constelaciones,
haber sentido el círculo del agua
en el secreto algibe,
el olor del jazmín y la madre selva,
el silencio del pájaro dormido,
el arco del zaguán, la humedad
—esas cosas, acaso, son el poema.

Jorge Luis Borges, *El Sur*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL.	11	7
PARTE PRIMERA. EL CLIMA REGIONAL.	17	
CAPÍTULO I.- Rasgos generales del clima de Córdoba.	19	
Introducción.	21	
Los elementos climáticos.	22	
1.- Insolación y temperatura.	24	
- Régimen térmico anual y estacional.	25	
2.- Presión atmosférica y viento.	29	
3.- Nubes y precipitación.	39	
- Variabilidad pluviométrica interanual.	44	
4.- Evaporación.	48	
5.- Meteoros especiales.	50	
CAPÍTULO II.- Variaciones locales del clima regional.	53	
Introducción	55	
1.- Inversiones de temperatura. Aspectos generales.	56	
2.- Influencia del relieve sobre los elementos del clima regional.	58	
3.- Gradiente térmico normal e inversión Córdoba-Sierra.	59	
- Inversión térmica muy fuerte en invierno.	62	
- Inversión térmica fuerte en invierno.	64	
- Inversión térmica moderada-fuerte en primavera.	66	
- Inversión térmica débil con tiempo perturbado.	68	
- Inversión térmica débil en verano.	70	
- Gradiente térmico normal.	72	
4.- Vientos locales: las brisas.	74	
- Brisas de sierra y de valle en Córdoba.	77	

PARTE SEGUNDA. EL CLIMA URBANO.	87
CAPÍTULO III.- Los elementos climáticos en el medio urbano.	89
Introducción.	91
1.- Temperatura. La isla urbana de calor.	92
1.1.- Metodología.	92
1.2.- La isla de calor de Córdoba. Aspectos generales.	94
1.3.- Frecuencia e intensidad diaria y estacional de la isla de calor.	96
1.4.- Variabilidad espacio-temporal.	100
1.4.1.- Influencia del emplazamiento de la ciudad.	101
1.4.2.- La morfología urbana. El papel del río Guadalquivir.	103
2.- Isla de calor. Perfiles urbanos.	104
2.1.- Perfiles diurnos con tiempo estable. Mañana.	104
2.2.- Perfiles diurnos con tiempo estable. Tarde.	109
2.3.- Perfiles nocturnos con tiempo estable.	112
3.- Isla de calor. Mapas de isoterma.	116
3.1.- Isla de calor con tiempo estable. Invierno.	116
3.2.- Isla de calor con tiempo estable. Verano.	122
3.3.- Isla de calor con tiempo estable. Primavera y otoño.	127
3.4.- Isla de calor con tiempo perturbado.	134
4.- Microislas urbanas de frescor: jardines, calles y plazas.	137
4.1.- Zonas ajardinadas.	137
4.2.- Calles y plazas. Importancia del pavimento en el clima urbano.	144
5.- El viento en la ciudad. Consideraciones desde el punto de vista medioambiental.	161
6.- Humedad relativa.	166
7.- Precipitación.	170
7.1.- Aspectos metodológicos.	170
7.2.- La especificidad pluviométrica urbana de Córdoba.	171
PARTE TERCERA. EL MICROCLIMA.	175
CAPÍTULO IV.- Bioclimatología humana y concepción del hábitat.	177
1.- Consideraciones sobre clima y urbanismo.	179
2.- El microclima interior de la vivienda. Aspectos metodológicos.	184
3.- Ritmo térmico diario y estacional de una vivienda.	185
4.- Factores condicionantes.	188
4.1.- Influencia de la localización.	188

4.2.- Importancia de las características constructivas. Arquitectura antigua versus arquitectura moderna.	193
4.3.- Importancia de la orientación.	198
4.4.- Influencia de la tipología de la vivienda.	201
4.4.1.- La casa unifamiliar.	201
- Funcionalidad microclimática del patio.	202
4.4.2.- La vivienda colectiva.	212
CAPÍTULO V.- Índices bioclimáticos.	217
1.- Los elementos climáticos y el confort.	219
2.- El confort climático de Córdoba.	220
3.- Aplicación de índices bioclimáticos.	223
3.1.- Climograma de Taylor.	225
3.2.- Índice de Siple.	227
3.3.- Criterio de Olgyay. La carta bioclimática.	232
3.4.- La carta bioclimática para edificios de Givoni.	235
EPÍLOGO. Consideraciones finales sobre el planeamiento urbanístico desde el punto de vista del clima de Córdoba.	241
APÉNDICES.	249
Apéndice 1: El clima regional.	251
Apéndice 2: Variaciones locales del clima regional.	265
Apéndice 3: El clima urbano. Perfiles térmicos.	273
Apéndice 4: El clima urbano. Perfiles de humedad relativa.	313
Apéndice 5: Índices bioclimáticos.	321
BIBLIOGRAFÍA SOBRE EL TEMA.	329
ÍNDICE DE MAPAS, PLANOS Y FIGURAS.	341
ÍNDICE DE CUADROS.	345



Los ritos **INTRODUCCIÓN GENERAL** de un desarrollo de amenidad... que la gente prefiera vivir en comunidad a hacerlo en solitario... Córdoba, como la mayor parte de las ciudades españolas de construcción remota, su forma de estar construida evidencia la presencia de distintos periodos arquitectónicos —como los árabes, cristianos— y tanto en la intervención, en su edificación, de diversos equipos constructores. De alguna forma, esta mezcla de estilos, materiales y proporciones constituye su principal riqueza. El propósito de este trabajo es conocer cómo se ha transformado un área regional de características marcadamente mediterráneas a causa de la influencia de una aglomeración urbana de carácter moderno.

Cualquier aproximación a una teoría sobre el medio ambiente de la ciudad debe partir de la consideración de un medio íntegramente artificial, aglomerado y transformado. El medio urbano supone una modificación tan importante de las condiciones naturales de la región o comarca en que se inserta, que sus habitantes quedan, por decirlo de algún modo, aislados de la realidad natural. Problemas ambientales como el efecto invernadero, el deterioro de la capa de ozono, la disminución de la biodiversidad, el aumento de los riesgos peligrosos, entre otros, están directamente relacionados con el desarrollo de la sociedad industrial y por las modernas estructuras urbanas. Desde hace unas pocas décadas, la importancia como biotopo de los espacios urbanos se ha ido reduciendo drásticamente debido a estas fuertes tendencias urbanas a las que están siendo sometidos, y quizás sea el momento del cambio lo que incipiente a los organizadores del paisaje urbano aprenden por experiencia la forma de tratarlos: la materia prima que se

Los núcleos urbanos tienen el poder de generar un excedente de amenidad que constituye una de las varias razones que hacen que la gente prefiera vivir en comunidad a hacerlo en aislamiento. Córdoba, como la mayor parte de las ciudades españolas, es de construcción remota, su forma de estar construida evidencia la presencia de distintos períodos arquitectónicos –romano, árabe, cristiano– y también la intervención, en su edificación, de diferentes equipos constructores. De alguna forma, esta mezcla de estilos, materiales y proporciones constituye su principal encanto. El propósito de este trabajo es conocer cómo se ha transformado un clima regional de características marcadamente mediterráneas, a causa de la influencia de una aglomeración urbana de tamaño intermedio.

13

Cualquier aproximación a una teoría sobre el medio ambiente de la ciudad debe partir de la consideración de un medio intensamente artificial, aglomerado y transformado. El medio urbano supone una modificación tan importante de las condiciones naturales de la región o comarca en que se inserta, que sus habitantes quedan, por decirlo de algún modo, aislados de la realidad natural. Problemas ambientales como el efecto invernadero, el deterioro de la capa de ozono, la disminución de la biodiversidad, el aumento de los residuos peligrosos, entre otros, están directamente relacionados con el desarrollo de la sociedad industrial y con las modernas estructuras urbanas. Desde hace unas pocas décadas, la importancia como biotopo de los espacios urbanos se ha ido reduciendo drásticamente debido a estas fuertes tensiones ambientales a las que están siendo sometidos, y quizás sea la rapidez del cambio lo que impide a los organizadores del paisaje urbano aprender por experiencia la forma de humanizar la materia prima que se

halla a su disposición. Tal vez por ello el paisaje urbano está con frecuencia mal digerido.

En el sistema abierto e interactivo que constituye la esencia del medio ambiente urbano¹ existen una serie de componentes objetivos, tanto sociales como físicos, en los que resulta sumamente fácil apreciar el grado de deterioro de la calidad de vida de una ciudad. La mayor parte son de sobra conocidos:

Incremento desmesurado de la cantidad de residuos, cuya recogida y posterior eliminación no sólo supone un elevado coste social sino además una forma añadida de deterioro del entorno.

Masificación de automóviles debido a la necesidad de suplir las deficiencias infraestructurales del transporte público urbano y a los intereses de la industria automovilística.

Elevados índices de contaminación por humos, gases y olores como consecuencia del aumento de la densidad de población urbana, de la mecanización de la mayor parte de las actividades y del uso generalizado de vehículos a motor.

Los mismos factores anteriores están también en la base del fuerte incremento de la contaminación acústica, considerada como uno de los contaminantes más molestos y que más directamente influyen en el bienestar de los ciudadanos.

Alarmante escasez de zonas verdes, y cuando existen son los cuidados intensivos a los que se las somete y su sobreutilización los que producen alteraciones sustanciales en la vida vegetal y animal.

Excesiva condescendencia al crecimiento de la ciudad en altura como consecuencia de la fuerte especulación del suelo, etc.

Sin embargo, el deterioro de la calidad de vida en las ciudades no se refleja únicamente en un empeoramiento de las condiciones del aire o del agua potable o en el aumento de la utilización de sustancias tóxicas en el acabado del interior de los inmuebles, sino también en un empobrecimiento de las percepciones sensitivas y en la pérdida de identificación y orientación de sus habitantes. Los médicos y los psicólogos se refieren a nuestras ciudades como «la expresión del paisaje enfermo del alma», en las que la atrofia del mundo interior discurre paralela a la destrucción del

¹ VALENZUELA RUBIO, M.: "El medio ambiente urbano: su conceptualización y problemática desde la óptica geográfica". AA.VV.: *Geografía y Medio Ambiente*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. MOPU. Madrid, 1984, pp. 257-307.

medio ambiente exterior. Desde el punto de vista económico este tipo de estructura urbana y de ocupación del espacio tiene graves consecuencias, creciendo exponencialmente los costes derivados de la destrucción ambiental. No es de extrañar, pues, el auge que han adquirido todas las disciplinas que se ocupan de la ciudad, y es indiscutible que la climatología de estas aglomeraciones no puede quedar al margen. Entre otras razones porque el característico paisaje urbano que acabamos de describir ha terminado a su vez alterando las condiciones climáticas, hasta el punto de que hoy día es posible hablar de un clima urbano con determinadas características propias, que lo hacen parcialmente diferente del clima regional circundante.

Cuando se estudia el clima de una ciudad suele establecerse de entrada una doble distinción: por un lado, se habla de climatología urbana propiamente dicha, que estudia el clima del conjunto total de edificios y demás elementos que configuran el sistema urbano (zonas húmedas, jardines, áreas industriales); y por otro lado, se habla de climatología de la construcción, que se interesa por el clima de los edificios en relación con sus emplazamientos y entornos. En el fondo ambos métodos son complementarios, puesto que si el clima interior de los edificios depende de forma natural del clima exterior urbano, éste a su vez se encuentra influido por las características de todo el sistema edificado. De estas cuestiones nos vamos a ocupar en las páginas que siguen a continuación.

Desde un punto de vista metodológico nos hemos movido en tres ámbitos o escalas espaciales distintos pero complementarios, que posibilitan el descubrimiento de la compleja realidad de una manera gradual, y en último extremo permiten aportar soluciones: primero la escala regional o macroclimática; después la escala local o mesoclimática; y por último la escala microclimática, que investiga la realidad con un mayor nivel de detalle. En cualquiera de estos tres ámbitos o unidades espaciales el clima interviene dentro del planeamiento general de dos formas: mediante un análisis del lugar y mediante una diagnosis de las necesidades del mismo, es decir, de los medios correctivos que hay que tener en cuenta.

La estructuración del trabajo en tres partes responde por lo tanto a este esquema metodológico, que ante todo pretende ser eminentemente práctico. En la primera parte se estudian las características y evolución de los elementos climáticos más representativos del clima regional, así como las alteraciones que provoca

sobre dichos elementos la presencia de un relieve irregular, que se concretan en la aparición y multiplicación de fenómenos microclimáticos de gran influencia en el contexto local del clima. La escala de clima urbano constituye el objeto central de estudio de la segunda parte de la obra. El tercer bloque está dedicado íntegramente al estudio del microclima interior de la vivienda, un aspecto novedoso dentro de la actual literatura científica sobre el tema; dentro de este tercer bloque el capítulo final tiene por objeto la realización de distintos índices bioclimáticos que evalúan el grado de confort ambiental del clima de Córdoba.

Una investigación como ésta, que ha tardado en completarse casi ocho años, no hubiera sido posible sin los valiosos comentarios y la colaboración desinteresada y hasta entusiasta de un numeroso grupo de personas, con las cuales me considero en deuda desde este momento. En total han participado, de manera más o menos directa, más de medio centenar de personas, sin las cuales difícilmente hubiese sido posible completar el proyecto. El estudio del microclima interior de la vivienda, que representa un capítulo esencial del trabajo, ha requerido la colaboración directa de los propietarios de los inmuebles; a todos ellos les doy las gracias y les pido disculpas por las molestias que haya podido ocasionarles. Lo mismo he de decir en lo que respecta al capítulo dedicado al clima urbano, que ha exigido, entre otras cosas, la instalación de una serie de pluviómetros por distintos puntos de la ciudad y de la periferia, con un control directo por parte de los propietarios de las fincas; tampoco hubiera sido fácil realizar los recorridos necesarios para obtener los datos de temperatura y humedad relativa sin la inestimable colaboración de un grupo de amigos y compañeros, siempre dispuestos a ofrecer su vehículo particular cuando se llevaban a cabo varios recorridos simultáneos entre la ciudad y el extrarradio. En fin, la cooperación amable de todo el personal perteneciente al servicio meteorológico del aeropuerto de Córdoba, con quienes me une una antigua amistad, ha facilitado a su vez la realización del capítulo correspondiente al clima regional. A todos, de una manera conjunta, deseo expresarles mi gratitud, en el convencimiento de que cada uno, a título particular, sabrá hacer suyo mi más sincero agradecimiento.

CAPÍTULO
RANGOS GENERALES DEL CLIMA

PARTE PRIMERA

EL CLIMA REGIONAL

Introducción

CAPÍTULO I

RASGOS GENERALES DEL CLIMA DE CÓRDOBA

- De 1954 a 1972. Complementación de los datos de temperatura mensual y de Córdoba. - Fuente: datos de la estación.
- De 1954 a 1972. Complementación de los datos de precipitación mensual y de Córdoba. - Fuente: datos de la estación.
- De 1954 a 1972. Complementación de los datos de humedad relativa mensual y de Córdoba. - Fuente: datos de la estación.
- De 1954 a 1972. Complementación de los datos de radiación solar mensual y de Córdoba. - Fuente: datos de la estación.

Introducción

De una manera general, el clima regional o macroclima es el clima determinado con los instrumentos ordinarios instalados en la garita meteorológica. Este primer capítulo trata, ante todo, de estudiar las características y la evolución de los elementos más representativos del clima de Córdoba, que ejemplifica las condiciones medias de una región perteneciente al ámbito mediterráneo. Para confeccionarlo hemos tomado como base los datos deducidos de las observaciones llevadas a cabo en el centro meteorológico de la capital, analizando series estadísticas de larga duración que en algunos casos comprenden prácticamente todo el siglo XX, si bien presentan el defecto de una falta de homogeneidad como consecuencia de los continuos cambios de emplazamiento que ha sufrido el observatorio. Concretamente, desde comienzos de siglo el centro de observación meteorológica ha cambiado de sitio nada menos que en cinco ocasiones, de acuerdo con el siguiente esquema:

- *De 1901 a 1952:* Emplazamiento en el Instituto Nacional de Enseñanza Media «Luis de Góngora», situado en el centro de la ciudad.
- *De noviembre de 1952 a 1959:* Traslado a la Facultad de Veterinaria situada en el barrio de Ciudad Jardín, al oeste de la ciudad.
- *De abril de 1959 a 1981:* Tercer traslado, esta vez a las instalaciones del aeropuerto.
- *De 1981 a 1986:* Emplazamiento en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), situado en el extremo suroeste del casco urbano.

— *De marzo de 1986 a la actualidad*: El observatorio vuelve a ser trasladado de nuevo a las instalaciones del aeropuerto, donde sigue desarrollando su cometido como una estación climatológica «completa».

Los elementos climáticos

El clima de un lugar viene determinado, en primer término, por los valores medios de los elementos climatológicos —para un período establecido de años— y sus desviaciones y fluctuaciones con relación a estos valores en el transcurso del tiempo. Junto a estos elementos climatológicos (insolación, temperatura, presión atmosférica, viento, nubosidad, precipitación), que experimentan variaciones de un año a otro, hay que considerar también los factores que son fijos y representan las constantes del lugar. En el caso que nos ocupa, la latitud, la continentalidad y el relieve constituyen los factores fijos más importantes que determinan la climatología cordobesa, ya sea a escala regional o en ámbitos espaciales más pequeños como el urbano.

El clima de Córdoba no presenta connotaciones específicas que lo hagan diferente del resto de Andalucía. Inicialmente hay que considerarlo dentro de un ámbito espacial más amplio —zona meridional de la Península Ibérica—, que a su vez se integra dentro de la franja latitudinal perteneciente al dominio de clima templado. Por su posición, en torno al paralelo 38° de latitud norte, participa en mayor o menor medida de las características termodinámicas de las masas de aire tropical Marítimo, tropical Continental, polar Marítimo y, más raramente, de las masas de aire polar Continental y Ártica. Esta posición latitudinal del municipio va a

determinar en buena medida el ritmo y las características de los diferentes elementos del clima.

Efectivamente, con independencia de otros factores, la latitud es un elemento fundamental a la hora de explicar las variaciones que registran las temperaturas en un lugar determinado. El ángulo de incidencia con que los rayos solares llegan sobre un punto concreto depende precisamente de la situación geográfica, que determina la duración del día y la distancia que han de recorrer los rayos oblicuos del sol a través de la atmósfera. El valor de este ángulo varía de acuerdo con la posición del sol a lo largo del año, y determina la cantidad de energía que en un momento dado recibe cualquier punto de la superficie terrestre. En el capítulo tercero (fig. 24) puede verse la variación anual del ángulo de incidencia de los rayos solares en Córdoba.

23

Junto a los efectos derivados de su posición en latitud, la situación interior del municipio juega también un papel importante. Este carácter continental es generalizable a todo el conjunto de la provincia, si bien se encuentra más acentuado en los extremos norte y sur por razones altitudinales y de tipo orográfico. Aplicando dos índices cuyas conclusiones tienen como base común la variación térmica anual —Johansson y Gorczynski— se obtiene como resultado un índice de continentalidad medio, que queda perfectamente reflejado tanto en la oscilación térmica diaria como en la anual², bastante amplias y con marcadas diferencias estacionales.

A las anteriores circunstancias hay que añadir, en tercer lugar, los efectos que se derivan de la presencia de un relieve irregular, que se concretan en la aparición y multiplicación de fenómenos microclimáticos de gran influencia en el contexto local del clima, según tendremos ocasión de ver más adelante.

² DOMÍNGUEZ BASCÓN, P.: "Factores explicativos de las variaciones de temperatura del clima de Córdoba". *Axarquía*, nº 10 (1984).

1.- Insolación y temperatura

24

En Córdoba la oscilación de la declinación solar presenta al cabo del año un máximo y un mínimo muy marcados, coincidentes con los solsticios de verano e invierno, respectivamente. Los rayos solares caen mucho más perpendiculares durante el verano, lo que significa que se recibe una mayor cantidad de energía por unidad de superficie que durante el resto de las estaciones. La duración del día, o período de iluminación comprendido entre el orto y el ocaso, es también más amplia (véase apéndice 1.4), lo que implica a su vez un mayor número de horas de sol. La evolución de la insolación refleja perfectamente este ritmo de la declinación solar. De acuerdo con las observaciones que de forma continua se vienen realizando mediante el heliógrafo Campbell-Stokes, al cabo del año se registran 2.776,5 horas de sol, equivalentes a 7 horas y 36 minutos de insolación media diaria, aproximadamente.

Por lo tanto, Córdoba queda incluida dentro de la zona de máxima insolación de la Península, que comprende desde el litoral alicantino hasta la desembocadura del Guadalquivir con más de 6 horas de sol al día³. Presenta además una situación de máximo durante el estío y otra de mínimo durante el invierno; la primavera y el otoño ofrecen situaciones intermedias debido al elevado índice de nubosidad asociada a las borrascas que se presentan en ambas estaciones. Los meses de julio y agosto son los que registran el mayor número de horas de sol, concretamente en julio se alcanza una media aproximada de once horas y treinta y cuatro minutos de insolación diaria.

En los valores mínimos ocurre un fenómeno significativo, teóricamente la menor insolación debería corresponder a diciembre y ello por varios motivos: primero por ser el mes más lluvioso del año, en segundo lugar porque el sol alcanza en esta fecha su altura más baja en el horizonte, y finalmente porque en diciembre se dan los días más cortos del año. Sin embargo, el menor número de horas de sol corresponde a enero y febrero; la explicación es

³ CAPEL MOLINA, J. J.: "Insolación y nubosidad en la España peninsular y Baleares". *Paralelo 37°*, n.º 1, 1977, pp. 9-24.

fácil si se tiene en cuenta que la nubosidad es más abundante en estos dos meses; por otro lado, en enero hay mayor insolación absoluta que en febrero, mientras que en valores relativos sucede todo lo contrario; la explicación reside también en la mayor nubosidad de febrero y en la mayor duración de los días, de ahí el 50'4 por ciento de insolación relativa que supone una media diaria aproximada de cinco horas y veinticuatro minutos de sol; enero tiene, en cambio, una media aproximada de cinco horas y dos minutos de sol diarias.

Cuadro 1
INSOLACIÓN MEDIA MENSUAL

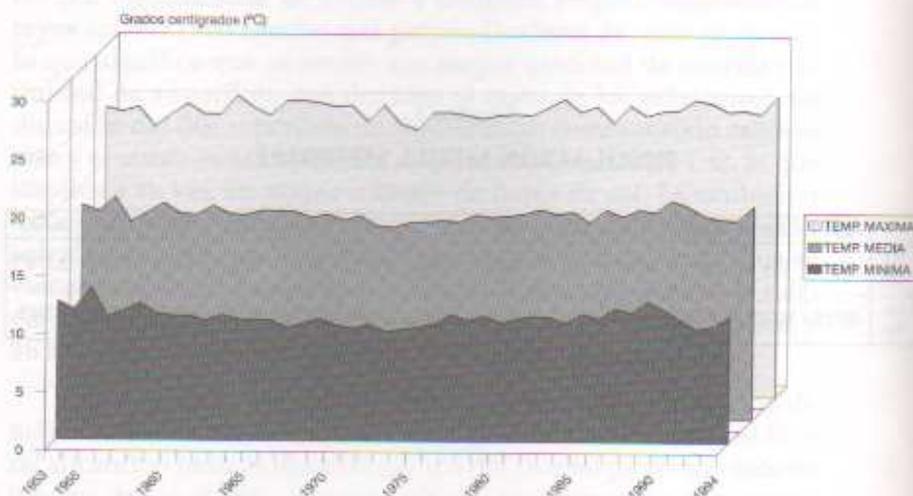
	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC	AÑO
Ins Abs	155'9	151'1	188'1	202'0	263'7	303'5	359'4	345'6	259'0	206'1	182'0	160'1	2.776'5
Ins Rel	50'3%	50'4%	52'0%	52'8%	61'4%	68'5%	79'4%	81'9%	67'6%	60'4%	60'0%	52'0%	61'4%

Régimen térmico anual y estacional

La mayor parte de los fenómenos meteorológicos dependen de la distribución de la temperatura en la atmósfera, que a su vez está directamente relacionada con la fuente de energía que es la radiación solar. La variación anual de la temperatura reproduce de forma bastante fiel la curva de la insolación. En líneas generales, el régimen térmico se caracteriza por un contraste muy acusado entre la cálida estación estival y la fría invernal, con dos estaciones intermedias de desigual duración que marcan el camino hacia los

anteriores solsticios. Sin duda la situación interior del municipio influye en este régimen térmico, imprimiendo un grado de continentalidad que se pone de manifiesto tanto en la oscilación térmica diaria como en la anual.

Fig. 1 Régimen térmico interanual (1953-1994)



Desde el punto de vista térmico, un aspecto sumamente interesante de la climatología cordobesa lo constituye la desigual duración de las estaciones. El habitante de Córdoba está habituado en este sentido a soportar un largo y cálido solsticio de verano frente a unos equinoccios y un invierno sensiblemente más cortos. Una manera de apreciar con cierto detalle estas características del régimen térmico, es tomando como base los promedios de las temperaturas medias diarias. Este enfoque facilita el acercamiento a la auténtica realidad térmica del clima de Córdoba, al tiempo que permite calcular de forma aproximada las fechas teóricas de entrada y salida y la duración de cada una de las cuatro estaciones climatológicas del año. A partir de las observaciones diarias correspondientes al período de treinta y cinco años 1953/1987, hemos calculado estas fechas límites que aparecen resumidas en el cuadro número 2.

Cuadro 2

FECHAS TEÓRICAS DE ENTRADA Y SALIDA Y DURACIÓN APROXIMADA DE LAS ESTACIONES

	Temperatura media °C	Período estadístico	Duración (días)	%
Invierno	Inferior a 10°C	9 diciembre - 16 febrero	70	19,2
Primavera	10°C - 20°C	17 febrero - 16 mayo	88	24,1
Verano	Superior a 20°C	17 mayo - 19 octubre	157	43,0
Otoño	17°C - 10°C	20 octubre - 8 diciembre	50	13,7

Como se puede ver, el otoño es la estación que presenta la duración más corta, algo menos de dos meses. Se extiende aproximadamente desde el 20 de octubre hasta el 8 de diciembre. Al principio de la estación, en el mes de octubre, las temperaturas parecen conservar todavía la impronta del cálido verano y se mantienen relativamente altas, siendo normal que se alcancen 19°C ó 20°C como media diaria e incluso más. La segunda quincena de octubre es en cambio bastante más suave, entre 13°C y 17°C, esta suavidad térmica se prolonga hasta mediados de noviembre, cuando los valores termométricos medios comienzan a descender ya por debajo de 12°C.

La duración del invierno térmico es prácticamente de dos meses y medio, desde el 9 de diciembre hasta el 16 de febrero. Desde el comienzo de la estación la temperatura media diaria fluctúa entre 8°C y 10°C. Durante la noche, en situación anticiclónica y viento escaso o nulo, las temperaturas extremas pueden caer con facilidad por debajo de 0°C. El posterior ascenso térmico que acompaña a la salida del sol provoca con frecuencia la formación de nieblas que se mantienen hasta bien entrada la mañana. Febrero en cambio es un mes de fuertes contrastes termométricos, lo que explica que al menos durante dos días se alcancen temperaturas iguales o superiores a 25°C y que, sin embargo, el número de días de helada siga siendo todavía relativamente alto: más de cinco⁴.

En cuanto a la primavera, su duración aproximada es de tres meses, desde el 17 de febrero hasta el 16 de mayo. Desde el punto de vista del confort térmico los meses de abril y mayo son los

⁴ DOMÍNGUEZ BASCÓN, P.: "Las heladas en la provincia de Córdoba". *Estudios Geográficos*, n° 182-183 (1986), pp. 193-210.

más favorables en la capital. En abril el termómetro alcanza con relativa facilidad los 16°C de temperatura media diaria y el riesgo de heladas es ya completamente nulo. Por contra, desde la última quincena del mes de mayo empiezan a ser habituales los días calurosos en los que llegan a sobrepasarse los 30°C de temperatura extrema.

La estación climatológica de mayor duración es el verano, que se prolonga desde el 17 de mayo hasta el 19 de octubre. Prácticamente cinco meses de calor a veces sofocante, animados por alguna tormenta convectiva de escasa entidad. Desde principios de junio son bastante frecuentes los días con temperatura media superior a 23°C. La fase más calurosa corresponde a los meses de julio y agosto, cuando la influencia del anticiclón de las Azores, con centro en la parte oriental del Atlántico, llega a ser determinante. Su presencia implica que durante más de cuarenta días las temperaturas máximas se sitúen entre 35°C y 39,9°C, y que durante más de diez días se igualen o superen los 40°C. La oscilación térmica es también muy elevada, pero no tanto porque las temperaturas nocturnas bajen en exceso sino más bien porque los valores diurnos llegan a ser verdaderamente agobiantes. Esta rigurosidad estival se prolonga hasta mediados de septiembre en que da comienzo un descenso térmico muy suave, a pesar de lo cual todavía se siguen registrando en este mes ocho días con temperaturas extremas superiores a 35°C y casi tres días con máximas por encima de 40°C.

2.- Presión atmosférica y viento

La presión atmosférica sufre variaciones periódicas anuales y diarias que responden a las fases de temperatura. En Córdoba las situaciones barométricas más frecuentes traducen al cabo del año una presión media de 1.006,7 mb (755 mm de mercurio), que reducida al nivel del mar y expresada en milibares equivale a 1.018'1 mb.⁵ Los máximos barométricos se registran durante el invierno, cuando la Península Ibérica se encuentra sometida al puente de altas presiones de aire polar o ártico que une el anticiclón Continental con el de las Azores. Los mínimos tienen lugar en primavera y otoño favorecidos por la llegada de aire cálido tropical, que está en el origen de los temporales de lluvia que se suceden en esta época del año. En verano los mínimos barométricos están provocados por el fuerte calentamiento diurno del suelo; a este sobrecalentamiento se debe que agosto sea el mes que marque el mínimo más profundo del año a nivel de presión media. Dentro de esta dinámica el otoño representa una nueva llegada de masas de aire frío, que al entrar en contacto con el aire cálido del interior favorecen la formación de nuevos núcleos depresionarios; aun así, durante el mes de octubre el sobrecalentamiento del suelo; en la época estival todavía sigue provocando un mínimo barométrico secundario; a partir de noviembre se inicia una brusca y continua subida de la presión que desembocará definitivamente en el máximo principal del mes de enero (1.009'9 mb.).

Las presiones extremas siguen un recorrido similar, es decir, máximos durante los meses de otoño e invierno y mínimos durante la primavera y el verano, y en ambos casos el mes de noviembre continua marcando un cambio brusco con relación al mínimo secundario de octubre.

Los centros de acción anticiclónicos implican, por otro lado, una gran estabilidad de la atmósfera con ausencia casi total de vientos, lo que posibilita la formación de inversiones de tempera-

⁵ Para pasar de la presión en milímetros al nivel de la estación a su equivalente en milibares al nivel del mar, se suele emplear la fórmula siguiente: $X \cdot 4/3 + 11,4$. Donde X es la presión en milímetros al nivel de la estación, y 11,4 es una constante que varía de acuerdo con la altitud del lugar.

tura que obstaculizan la difusión vertical de las partículas contaminantes. En los grandes núcleos urbanos este tipo de situaciones de calma anticiclónica contribuye a agravar el problema de la contaminación atmosférica causada por los humos de origen industrial y doméstico, por la habitual congestión del tráfico y por las calefacciones. En el caso concreto de Córdoba estas situaciones de viento en calma representan al cabo del año una frecuencia media ligeramente superior al cuarenta por ciento, de manera especial durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Más adelante tendremos ocasión de analizar con detalle las relaciones entre viento, temperatura y contaminación atmosférica.

30

Por lo que respecta al viento, la especial configuración de la depresión del Guadalquivir en sentido suroeste-noreste va a jugar un papel importantísimo en el régimen anual de este elemento climático. Este accidente geográfico justifica que sean los flujos del tercer cuadrante (sur/suroeste) y del cuarto cuadrante (oeste/noroeste) los que presenten una frecuencia más elevada. Los primeros conservan su protagonismo a lo largo de todo el año, en tanto que los segundos se manifiestan sobre todo en primavera y verano. El resto de las componentes presenta una frecuencia bastante inferior, aun cuando en otoño e invierno llegan a adquirir una importancia similar a los del tercer cuadrante e incluso superior a los del cuarto cuadrante.

Por lo que hace a la velocidad, dentro del carácter general de vientos flojos o moderados predominantes en Córdoba, el grupo más importante es el comprendido entre 7 y 26 Km/h, destacando en este sentido los de componente suroeste por alcanzar las velocidades más altas, sobre todo en invierno y primavera; a continuación le siguen en importancia los del oeste, noroeste y sur. En ve-

Cuadro 3

FRECUENCIA MEDIA ESTACIONAL DE LAS DIRECCIONES DEL VIENTO

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	AÑO
Primer Cuadrante	7,2	5,4	13,9	13,7	10,1
Segundo Cuadrante	7,8	2,9	12,3	11,0	8,0
Tercer Cuadrante	33,4	22,9	16,5	22,9	23,9
Cuarto Cuadrante	17,6	26,7	7,9	9,8	15,5
Calmas	36,0	42,1	49,2	42,3	42,4

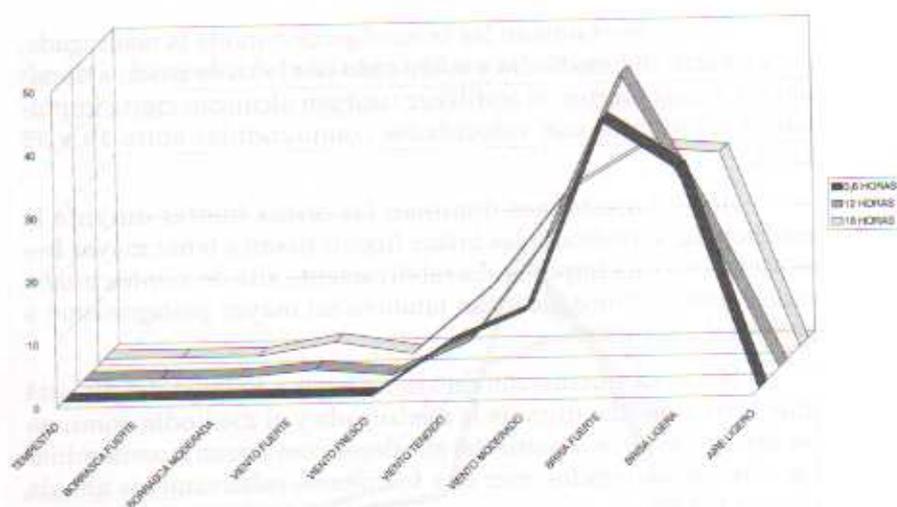
rano, en cambio, se percibe un ligero descenso en la velocidad de todas las componentes⁶. Por lo que respecta a la oscilación diurna de la velocidad, existe siempre un máximo alrededor del mediodía y un mínimo de madrugada, pero con bastantes diferencias de un mes a otro. En concreto, si agrupamos los vientos en intervalos de velocidad la oscilación que se produce a lo largo del año es la siguiente (Figs. 2.1 a 2.12).

Enero. En este mes predominan las *brisas ligeras* y las *brisas fuertes* a lo largo de todo el día, con un reforzamiento muy claro hacia el mediodía; por la tarde se observa una mayor frecuencia de vientos con velocidades superiores a 18 km/h.

Febrero. Dentro del predominio general de *brisas fuertes* las mayores velocidades suelen alcanzarse a partir de las 12 horas GMT, frecuentemente en forma de *vientos moderados* e incluso de *vientos tendidos*.

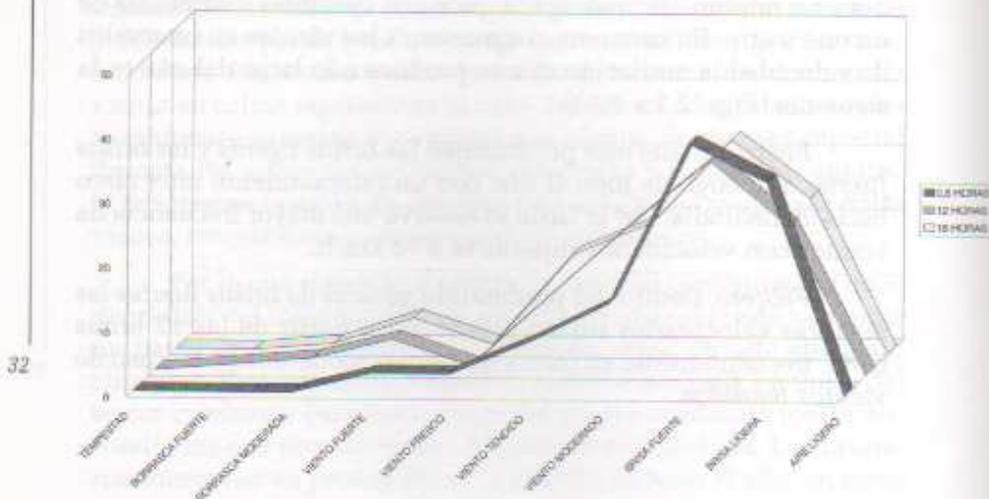
31

Fig. 2.1 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos. ENERO



⁶ DOMÍNGUEZ BASCÓN, P.: "Análisis del viento en Córdoba". *Axarquía*, nº5, 1982, pp. 209-240.

Fig. 2.2 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos.
FEBRERO



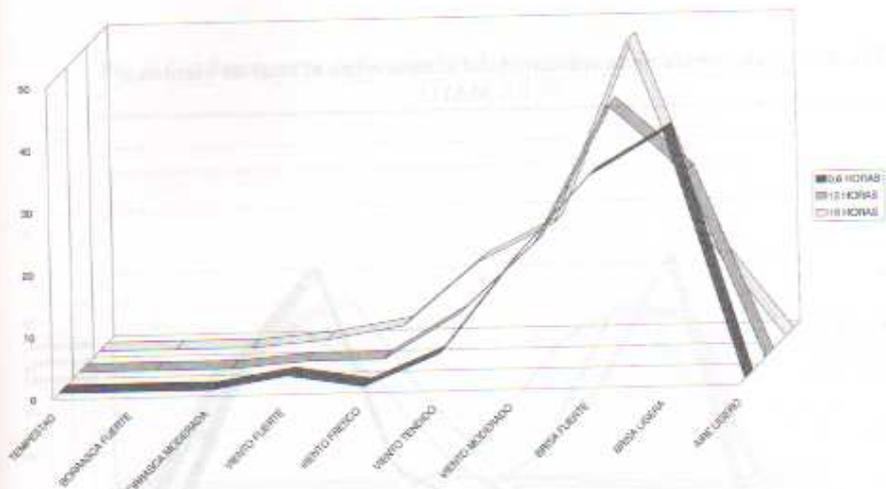
Marzo. Predominan las *brisas ligeras* durante la madrugada, pero a partir del mediodía y sobre todo por la tarde pasan a dominar las *brisas fuertes*; al atardecer también alcanzan cierta importancia los vientos con velocidades comprendidas entre 19 y 35 km/h.

Abril. En este mes dominan las *brisas fuertes* durante la madrugada; a mediodía las *brisas ligeras* pasan a tener mayor frecuencia, con una importancia relativamente alta de *vientos moderados*; estos últimos alcanzan también un mayor protagonismo a partir del atardecer.

Mayo. La fluctuación que tiene lugar a lo largo del día está muy bien definida: durante la madrugada y el mediodía dominan las *brisas fuertes*, y a partir del atardecer comienzan a predominar los *vientos moderados*, con una frecuencia relativamente alta de *vientos tendidos*.

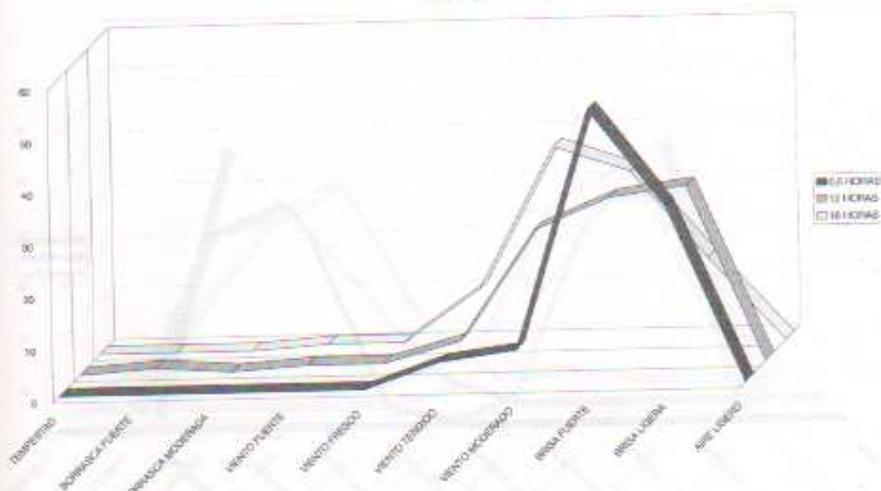
Junio. Dominan las *brisas ligeras* durante las horas de madrugada; de 12 a 18 horas GMT la velocidad oscila de *brisa fuerte* a *viento moderado*, con una frecuencia relativamente alta de *vientos tendidos*; la frecuencia de vientos con velocidades superiores

Fig. 2.3 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos.
MARZO



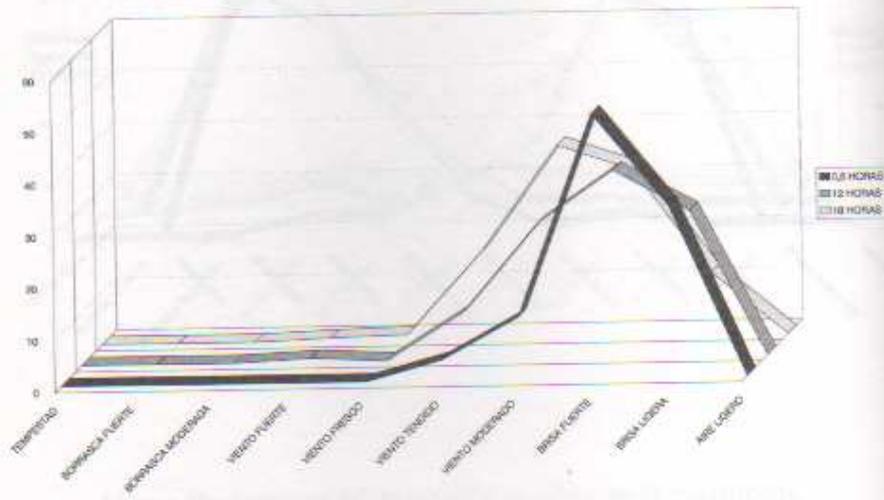
33

Fig. 2.4 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos.
ABRIL



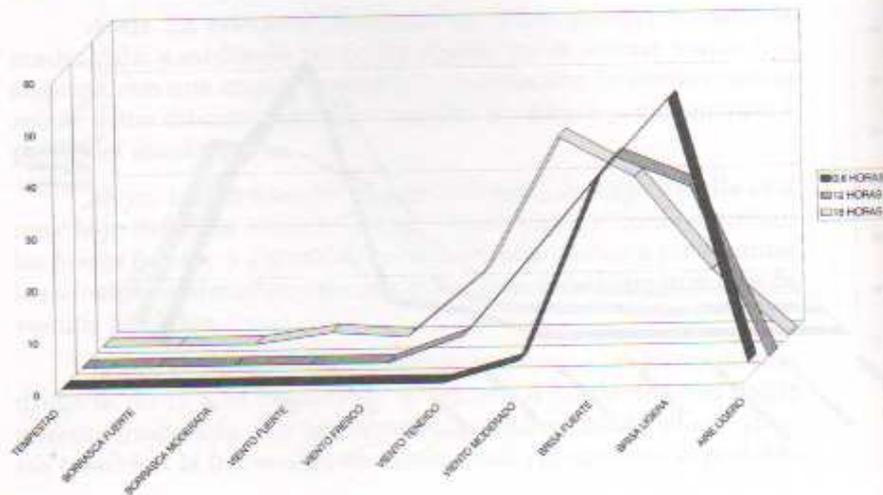
a las descritas es muy semejante, en su escasez, a la de los meses de julio y agosto.

Fig. 2.5 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos. MAYO



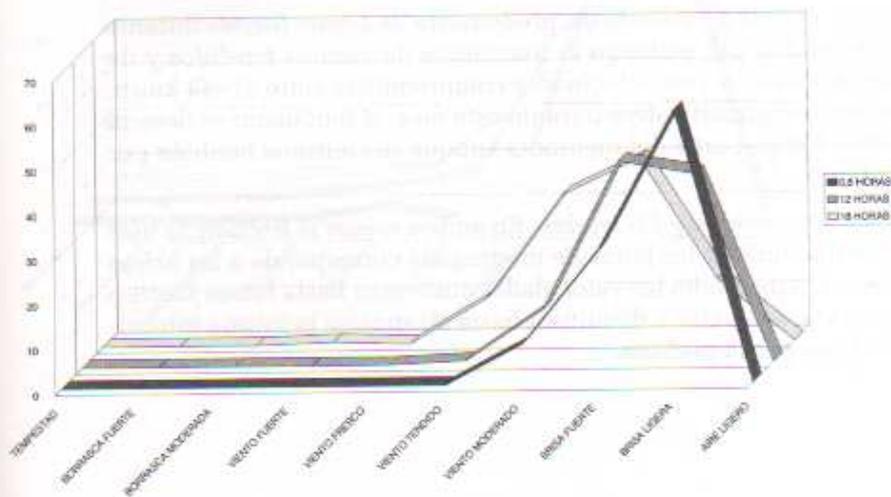
34

Fig. 2.6 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos. JUNIO



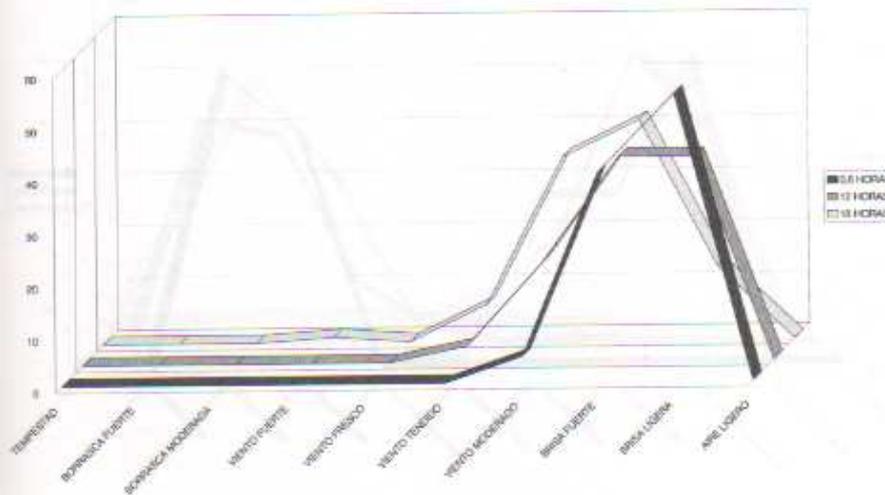
Julio y Agosto. En ambos meses la oscilación que presenta el viento es muy parecida y bastante simple: a las 0,6 horas GMT

Fig. 2.7 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos. JULIO



35

Fig. 2.8 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos. AGOSTO



dominan las *brisas ligeras* y durante el resto del día adquieren un mayor protagonismo las *brisas fuertes*, con una presencia relativamente alta de *vientos moderados*.

Septiembre. El esquema es bastante parecido al de los meses precedentes, es decir, *brisas ligeras* durante la madrugada y el mediodía y *brisas fuertes* a partir de las 18 horas GMT, con una frecuencia relativamente alta de *vientos moderados*.

Octubre. Presenta un predominio de *brisas fuertes* durante todo el día. Sin embargo la frecuencia de *vientos tendidos* y de *vientos frescos*, con velocidades comprendidas entre 27–44 km/h, es también significativa durante este mes, el fenómeno se detecta sobre todo a partir del mediodía aunque se continua también por la tarde.

36

Noviembre y Diciembre. En ambos meses la frecuencia más elevada durante las horas de madrugada corresponde a las *brisas ligeras*; a mediodía las velocidades aumentan hasta *brisas fuertes*; por la tarde vuelve a disminuir hasta alcanzarse la misma intensidad que por la mañana.

Fig. 2.9 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos.
SEPTIEMBRE

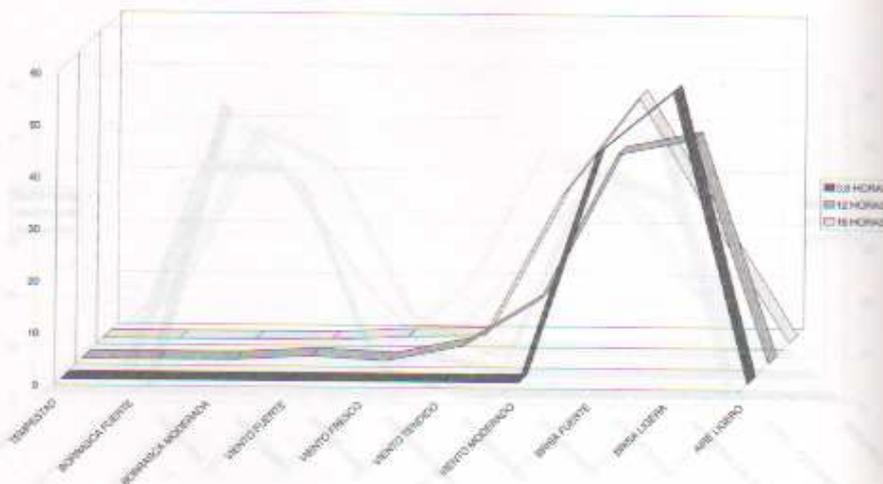
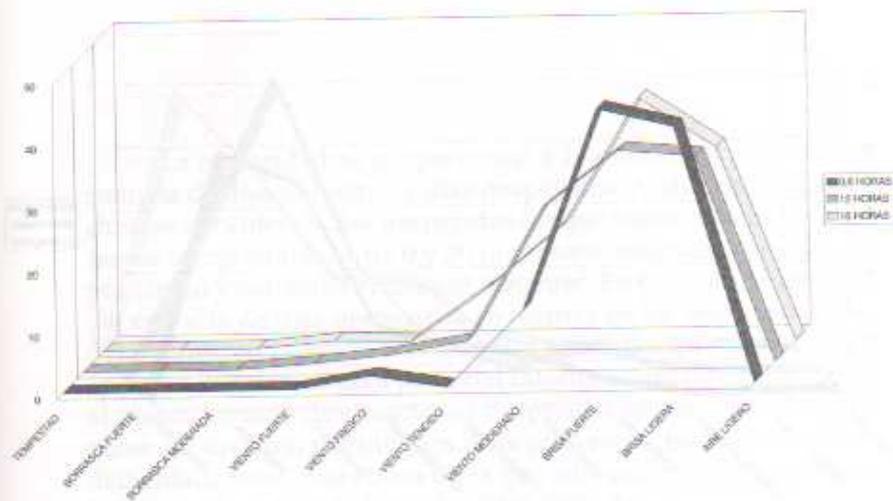


Fig. 2.10 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos.
OCTUBRE



37

Fig. 2.11 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos.
NOVIEMBRE

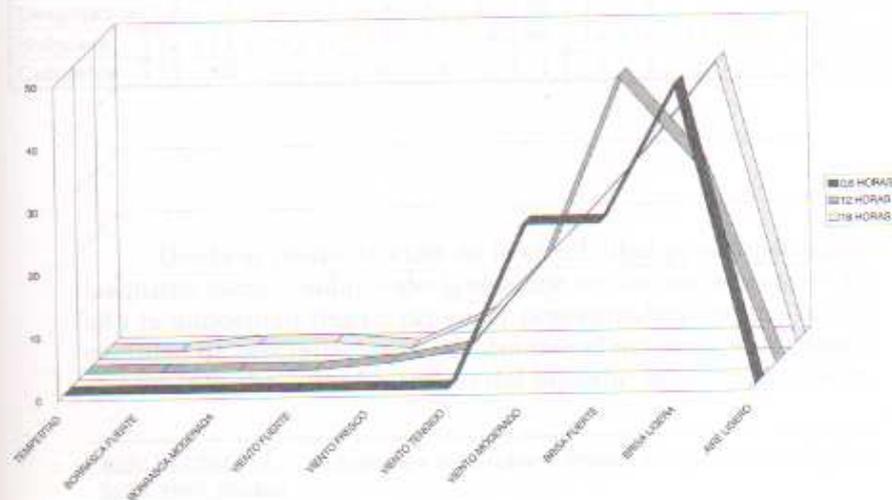
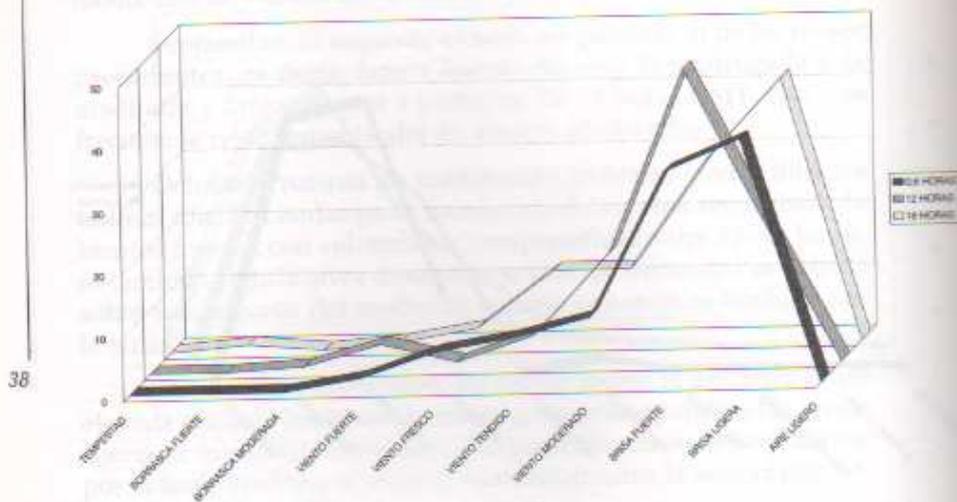


Fig. 2.12 Frecuencia de la velocidad del viento sobre el total de vientos.
DICIEMBRE



3.- Nubes y precipitación

La nubosidad es proporcional a la diferencia entre la frecuencia de días cubiertos y días despejados. A efectos climatológicos se consideran días despejados los que tienen una nubosidad media comprendida entre 0 y 20 por ciento, nubosos entre 20 y 80 por ciento y cubiertos el margen restante⁷. En Córdoba la frecuencia más alta de días despejados se registra en los meses centrales del verano, en relación con las bajas presiones que durante esta época se instalan en gran parte del interior peninsular. Por contra el menor número de situaciones despejadas se concentra entre finales del invierno y principios de la primavera (marzo y abril fundamentalmente), una época en la que aún actúa de lleno el Frente Polar en su retirada hacia las altas latitudes.

39

Cuadro 4

NÚMERO MEDIO DE DÍAS DESPEJADOS, NUBOSOS Y CUBIERTOS

	EN	FB	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC	AÑO	%
Despejados	8	7	6	5	8	11	21	20	11	9	9	9	124	34%
Nubosos	12	11	15	17	17	15	9	10	16	15	12	12	162	44%
Cubiertos	11	10	10	8	6	4	1	1	3	7	8	10	79	22%

Desde el punto de vista de la efectividad pluviométrica de las nubes destaca sobre todo la estación otoñal; en esta etapa del año la nubosidad llega a provocar porcentualmente una mayor cantidad de precipitaciones que durante el invierno, aun cuando en términos absolutos los totales del invierno superan ligeramen-

⁷ BIEL LUCENA, A.: "Nubosidad e insolación". *Boletín Mensual Climatológico*, Julio, 1963, Madrid.

te a los del otoño; esta diferencia se amplía aún más en favor del otoño si se compara con la primavera.

Por lo que respecta a la precipitación, la pluviometría cordobesa viene indicada básicamente por dos matices característicos: escasez e irregularidad, perfectamente extrapolables al resto de la provincia y a la mayor parte de Andalucía. Estacionalmente las precipitaciones tienen su máximo en los meses invernales; primavera y otoño acusan un ligero descenso en la cuantía de las lluvias, y el verano registra un déficit pluviométrico muy acusado como ejemplo de un clima de tipo mediterráneo, del que también son aplicables la variabilidad pluviométrica anual y el carácter más o menos torrencial con que a veces se presentan las lluvias. De hecho la mayor parte del agua precipitada se concentra en algo más de setenta días, lo que significa que durante un período de tiempo equivalente al 19 por ciento del total anual cae prácticamente el cien por cien de las precipitaciones (cuadro 6). El otoño destaca en este sentido por ser la estación que registra la frecuencia más alta de lluvias torrenciales, especialmente durante el mes de noviembre.

Una manera de demostrar la irregularidad pluviométrica es calculando la precipitación media por día de precipitación. Este factor de intensidad se obtiene dividiendo la precipitación media mensual por el número de días en los que la lluvia cae ha sido meteorológicamente apreciable durante el mes. Los índices de intensidad mensual de precipitación por día de lluvia están reflejados en el cuadro 5, en el que destacan sobre todo los meses de octubre, noviembre y diciembre con lluvias de temporal y de varios días de duración. Por lo demás, la práctica totalidad de las precipitaciones se producen en forma líquida, las contadas ocasiones que se presentan en forma de nieve tienen lugar, como es lógico, durante la estación invernal, asociadas a vientos de componente norte térmicamente muy fríos.

Cuadro 5

PRECIPITACIÓN MEDIA POR DÍA DE PRECIPITACIÓN (en mm)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
9'0	9'0	8'7	7'9	6'9	6'3	6'0	6'6	9'2	10'6	11'0	10'1

Desde el punto de vista dinámico, el régimen pluviométrico de Córdoba se explica básicamente por la influencia de las masas de aire de componente oeste y suroeste. Estos flujos de aire perturbado no se desnaturalizan por completo como consecuencia de las diferentes vías de acceso y del recorrido que han de efectuar antes de llegar al interior de la provincia, sino que cuando llegan aún conservan bastante intacto todo su potencial de humedad. Ambos flujos están determinados por la presencia de un núcleo depresionario situado a la altura de las costas gallegas, que impulsa vientos templados y húmedos de poniente a través del flanco portugués y sobre todo del golfo de Cádiz. Las masas de aire tropical Marítima y polar Marítima, recalentadas y enriquecidas en vapor de agua a lo largo de su trayectoria atlántica, son las que originan los períodos más importantes de inestabilidad. Aunque pueden aparecer en cualquier época del año, lo normal es que se concentren en primavera, otoño e invierno. Las situaciones perturbadas del noroeste suelen seguir a las anteriores cuando el centro de la borrasca se desplaza latitudinalmente hasta la zona del canal de la Mancha. Entonces, un frente frío sucede al cálido de la situación anterior, provocando vientos racheados y desapacibles, acompañados de

41

Cuadro 6

RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO ANUAL (1950/1994)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Totales recogidos (l/m ²)	3.196,4	3.228,8	2.974,2	2.632,9	1.579,2	763,1	161,6	181,7	1.012,5	3.071,3	4.446,1	3.600,1	26.847,9
Precipit. media (l/m ²)	71,0	71,8	66,1	58,5	35,0	17,0	3,6	4,0	22,5	68,2	98,8	80,0	596,6
Nº Medio Días Precipit. < 0,1 l/m ²	1,4	1,2	1,3	2,1	1,8	1,0	0,5	0,7	1,2	1,9	1,8	1,4	16,3
Nº Medio Días Precipit. >= 0,1 l/m ²	8,4	8,8	8,1	8,0	5,8	3,2	0,8	0,8	2,9	7,1	7,9	8,8	70,4
Nº Medio Días Precipit. >= 1,0 l/m ²	7,4	7,9	6,4	6,5	4,4	2,5	0,5	0,6	2,5	5,8	6,8	7,6	58,9
Nº Medio Días Precipit. >= 10 l/m ²	2,5	2,5	2,3	1,9	1,0	0,8	0,1	0,1	0,6	2,1	2,8	3,1	19,8

chubascos intermitentes que remiten a medida que van desplazándose hacia el sur.

Los datos del cuadro número 7 son una demostración palpable de todo lo que estamos comentando. La influencia atlántica se manifiesta con tal nitidez, que el conjunto formado por las situaciones perturbadas del suroeste, oeste y noroeste llega a generar por sí solo nada menos que el 86,5 por ciento del total anual de precipitaciones, especialmente las dos primeras. Esta elevada participación en la producción de lluvias se incrementa aún más durante el verano, pues la escasísima lluvia que cae procede en un 89,4 por ciento de las tres situaciones mencionadas. Estas tres masas de aire son, por lo tanto, las responsables de la mayor par-

42

Cuadro 7

PRECIPITACIONES (%) Y TIPOS DE TIEMPO

Tipo de Tiempo	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	AÑO
Norte	3,2	2,0	1,6	2,0	2,2
Noreste	2,0	1,8	2,3	2,2	2,1
Este	2,3	1,5	3,7	4,6	3,0
Sureste	2,9	2,3	4,9	1,4	2,9
Sur	4,0	3,0	3,5	2,9	3,3
Suroeste	35,0	36,0	38,8	34,4	36,0
Oeste	31,5	40,8	30,7	29,2	33,1
Noroeste	19,1	12,6	14,5	23,3	17,4
Total	100	100	100	100	100

te de los tipos de tiempo que unas veces soportan y otras disfrutan los habitantes del municipio de Córdoba.

Desde el punto de vista del régimen estacional, durante el invierno el tiempo perturbado del suroeste es el responsable del 34'4 por ciento de las precipitaciones; los restantes tipos de tiempo (oeste y noroeste) participan igualmente en un elevado porcentaje y entre los tres llegan a originar el 86'9 por ciento de las lluvias invernales.

En primavera y otoño se mantiene el mismo esquema anterior, si bien los tres tipos de tiempo producen ahora una cantidad de precipitaciones ligeramente más baja: 85,6 y 84,0 por ciento, respectivamente. Ello se debe en buena medida al tiempo particularmente inestable que con frecuencia se instala en los niveles altos de la atmósfera en épocas de equinoccio, con desprendimientos meridianos de la corriente de altura que provocan inestabilidad, de la cual pueden hacerse partícipes otras situaciones perturbadas con menor incidencia durante el resto del año.

En verano el tiempo perturbado del oeste es el principal responsable de las escasas lluvias que se registran, a diferencia de las restantes estaciones en las que lo hace el tiempo del suroeste. En su mayor parte son lluvias de carácter convectivo ligadas al fuerte calentamiento diurno del suelo, que en conjunto resultan irrelevantes por no decir prácticamente nulas.

43

La escasa incidencia pluviométrica de otras masas de aire se encuentra justificada. Las provenientes del segundo cuadrante sufren en el camino un importante efecto foehn y dejan prácticamente toda su humedad en la fachada oriental de las sierras de Cazorla y Segura, de manera que cuando nos llegan se manifiestan como masas de aire seco y desagradablemente caluroso, sobre todo en la estación estival. Y en cuanto a las masas del primer cuadrante, se dejan sentir fundamentalmente en otoño e invierno pero con características de masas de aire frío y seco, bien sea por su origen centroeuropeo y/o a causa de su larga trayectoria sobre el suelo peninsular⁸.

⁸ GARCÍA DE PEDRAZA, L. y CASTILLO REQUENA, J. M.: "Influencia de la configuración topográfica de la Península Ibérica en sus caracteres meteorológicos y climáticos". *Paralelo 37º*, nº 5, 1981, pp. 31-42.

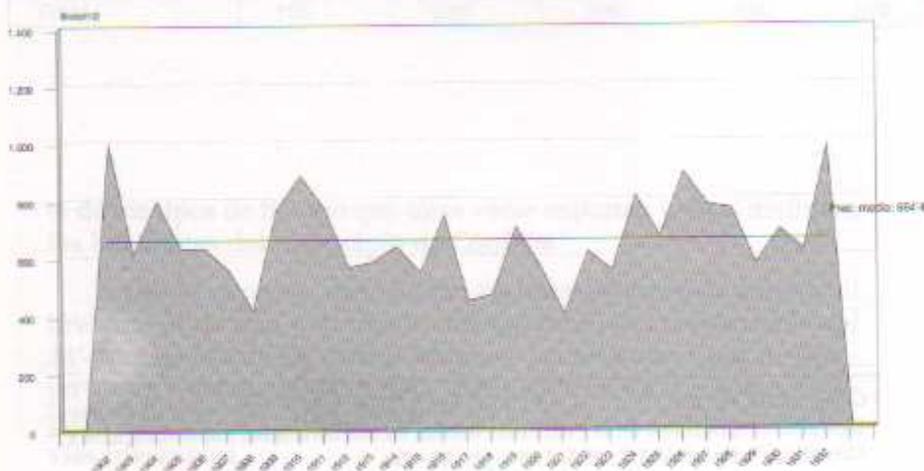
Variabilidad pluviométrica interanual

44

Otro aspecto interesante de la climatología cordobesa lo constituye la elevada variabilidad pluviométrica interanual. Si se observa la evolución de las precipitaciones caídas a lo largo del presente siglo (ver apéndice 1.20 y fig. 3.4), de inmediato se advierten varios aspectos. En primer lugar un carácter irregular, como queda de manifiesto por la forma en dientes de sierra tan pronunciada que adopta la figura. En segundo lugar una clara tendencia a la baja; si agrupamos las precipitaciones en períodos de tiempo homogéneos de treinta años, el resultado es una curva descendente cuyo punto de inflexión se sitúa en el año 1969, a partir del cual la tendencia comienza a marcar un progresivo descenso pluviométrico. El esquema completo, que aparece reflejado en las figuras 3.1 a 3.3, muestra los siguientes aspectos.

El primer treintenio (1902/1932) destaca sobre todo por haber sido relativamente lluvioso (664,4 mm) y bastante regular, con

Fig. 3.1 Evolución del régimen pluviométrico interanual en Córdoba (1902-1932)

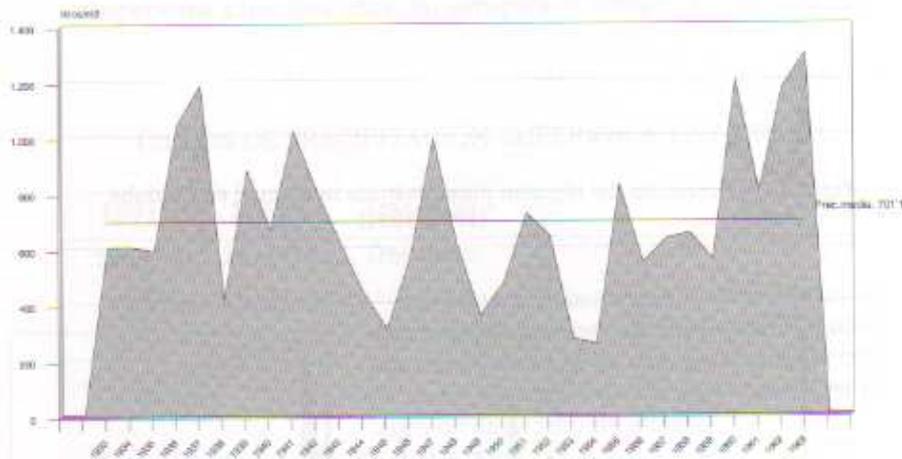


precipitaciones muy próximas a la media normal en los distintos años que comprende la serie.

El segundo treintenio (1933/1963) destaca fundamentalmente por haber recibido la mayor cantidad de precipitaciones, hasta el punto de que la precipitación media de todo el período se sitúa ligeramente por encima de los 700 mm, algo poco habitual en Córdoba; no obstante, también destaca este treintenio por ser el más irregular, de hecho contiene tanto el año más seco de todo el siglo: 1954 con 254,7 mm, como el más lluvioso: 1963 con 1.297,2 mm.

45

Fig. 3.2 Evolución del régimen pluviométrico interanual en Córdoba (1933-1963)



Finalmente, la fase más actual (1964/1994) destaca sobre todo la escasez pluviométrica, la precipitación media escasamente llega a superar los 530 mm y aun así esta cantidad únicamente ha sido sobrepasada en trece ocasiones.

Fig. 3.3 Evolución del régimen pluviométrico interanual en Córdoba (1964-1994)

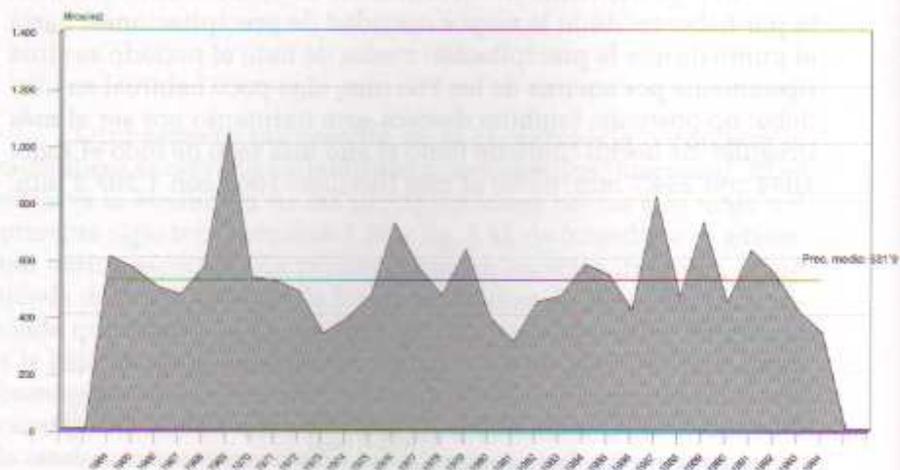
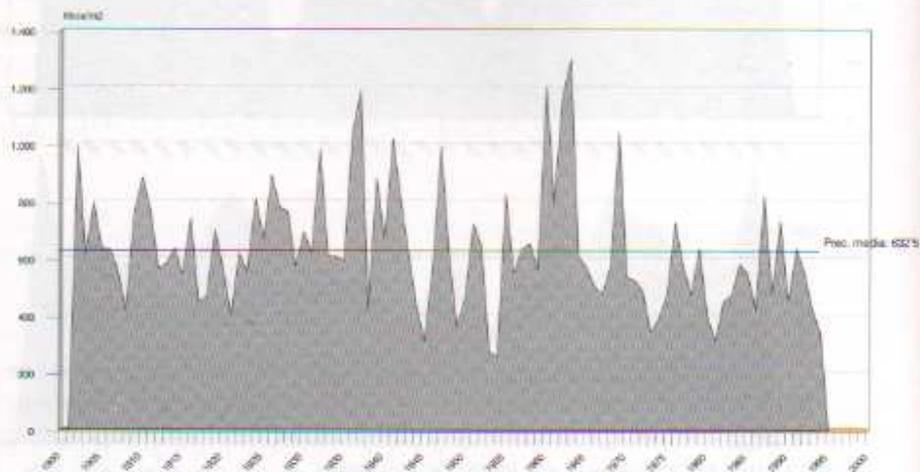


Fig. 3.4 Evolución del régimen pluviométrico interanual en Córdoba (1902-1994)



Cuadro 8

CICLOS DE PRECIPITACIÓN EN CÓRDOBA (1902-1994)

	Precipitación Total (mm)	Precipitación Media (mm)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)
Período 1902-1932	20.595,9	664,4	150,8	22,7
Período 1933-1963	21.735,6	701,1	279,1	39,8
Período 1964-1994	16.488,7	531,9	147,6	27,7
Ciclo Completo (1902-1994)	58.820,2	632,5	214,7	34,0

El tercer aspecto destacable es un cierto carácter cíclico de las precipitaciones, unos ciclos que si bien al principio son de corta duración —de tres a cinco años— y que muy bien pueden formar parte de algún ciclo anterior perteneciente al siglo XIX, del que no disponemos de datos estadísticos, al final terminan siendo superiores a los diez años. Su agrupación completa es como sigue.

47

CICLOS DE PRECIPITACIÓN SUPERIOR A LA NORMAL

- 1901/2 1903/4: Tres años.
 1909/10 1911/12: Tres años.
 1923/24 1942/43: Veinte años. Existen algunos años dentro de este período que han recibido precipitaciones inferiores a la media, pero el agua caída se ha repartido de forma aceptable a lo largo de cada uno de ellos.
 1958/59 1963/64: Seis años.

CICLOS DE PRECIPITACIÓN INFERIOR A LA NORMAL

- 1904/5 1908/9: Cinco años.
 1912/13 1922/23: Once años. Aunque muy ligeramente, durante los años 1914/15 y 1916/17 se superó la media.

1943/44 1957/58: Quince años. También hay que exceptuar las ligeras subidas en los valores pluviométricos de los años 1946/48, 1950/51 y 1955/56.

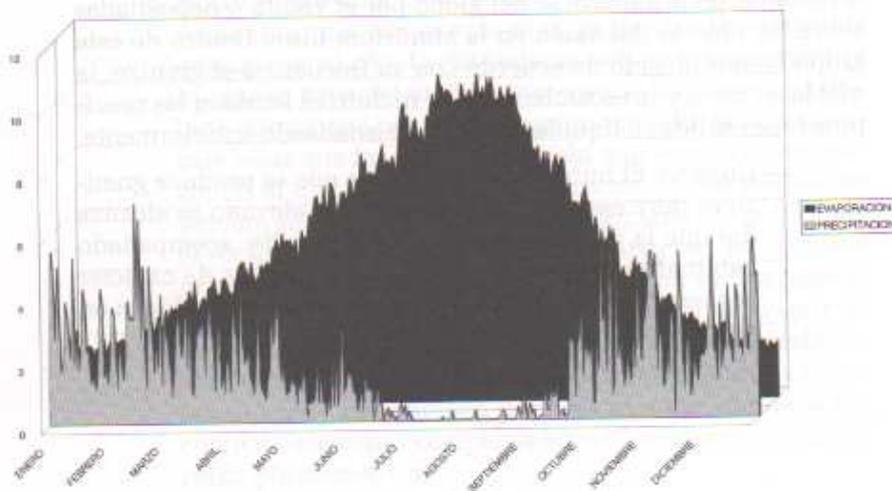
1964/65 1993/94: Treinta y un años, entre los que asimismo han destacado los períodos 1965/66, 1968/70, 1976/77 y 1987/89 por ofrecer unos índices superiores a la normal.

4.- Evaporación

La evaporación que aquí se estudia es la evaporación efectiva, esto es, la incorporación de agua líquida a la atmósfera en forma de vapor, a diferencia de la evapotranspiración que incluye los efectos combinados de la evaporación y de la transpiración de las plantas. Por evaporación se entiende la cantidad de agua que una masa líquida al aire libre pierde a través de su superficie por haberse convertido en vapor durante un cierto período de tiempo. Esta cantidad de agua evaporada se expresa normalmente en milímetros, y suele tomarse como intervalo entre dos observaciones consecutivas un día. La capital cordobesa es, como hemos visto, una zona de fuerte insolación y escasa humedad relativa, condiciones que favorecen por sí solas la evaporación. La evolución que sigue la evaporación presenta una curva similar a la de la temperatura. En términos absolutos la evaporación anual asciende a 1.886,8 mm. El valor más bajo tiene lugar en los meses de diciem-

bre y enero, sobre todo en este último mes. El máximo se sitúa entre los últimos días de julio y la primera decena de agosto, coincidiendo con las temperaturas más elevadas del año. La evaporación aumenta desde febrero hasta junio, que de forma brusca da paso a los máximos más importantes del verano. Septiembre acusa un fuerte descenso en relación con los meses anteriores, tendencia que se mantendrá de forma suave hasta el mínimo principal del mes de enero. La evaporación se reparte no obstante de una forma bastante irregular, lo que pone de manifiesto también en este elemento climatológico el carácter continental del clima de Córdoba (véase apéndice 1.21).

Fig. 4 Marcha de la evaporación y precipitación media diaria en Córdoba (1950-1983) (en mm)



Mes	Evaporación (mm)	Precipitación (mm)
ENERO	4.5	1.5
FEBRERO	4.0	2.0
MARZO	5.0	8.0
ABRIL	6.0	3.0
MAYO	7.0	2.0
JUNIO	8.0	1.5
JULIO	10.0	1.0
AGOSTO	11.0	1.0
SEPTIEMBRE	8.0	1.5
OCTUBRE	6.0	2.0
NOVIEMBRE	5.0	2.5
DICIEMBRE	4.0	3.0

5.- Meteoros especiales

En su aspecto más amplio, meteoro es cualquier fenómeno físico y natural que acontece en la atmósfera. Por lo tanto puede variar desde una precipitación, una suspensión de partículas sólidas o líquidas, hasta manifestaciones de carácter eléctrico u óptico. Dentro de esta variedad se exige una distinción de acuerdo con la naturaleza de cada uno, aunque la clasificación misma carece de base racional pues todos los meteoros son mixtos por naturaleza, interviniendo en cada uno de ellos fenómenos de todo orden. Los meteoros que presentan más importancia en Córdoba en relación con la frecuencia de sus observaciones, pueden agruparse en dos grupos cuya composición es la siguiente.

Hidrometeoros. Se trata de un conjunto de partículas de agua líquida o sólida, en caída o en suspensión en la atmósfera, levantadas de la superficie del globo por el viento o depositadas sobre los objetos del suelo en la atmósfera libre. Dentro de este grupo hemos elegido de acuerdo con su frecuencia el granizo, la niebla, el rocío y la escarcha; aquí se incluirían también las precipitaciones sólidas o líquidas que hemos analizado anteriormente.

— *Granizo.* El número de días en los que se produce granizo es muy escaso. El porcentaje más elevado se alcanza durante la primavera y en el mes de julio, acompañado habitualmente por potentes cúmulonimbos de carácter convectivo propios de las tormentas que se producen en esta época del año.

Cuadro 9

FRECUENCIA DE APARICIÓN DEL GRANIZO (%)

PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
8'1	11'4	5'6	6'8

— *Niebla*. La niebla se define como la suspensión en la atmósfera de gotas muy pequeñas de agua, que reducen la visibilidad horizontal a menos de un kilómetro. En Córdoba el número de días de niebla al año es aproximadamente de treinta y nueve, el período más importante corresponde a los meses fríos de noviembre, diciembre, enero y febrero, generalmente son nieblas de irradiación nocturna que se prolongan hasta bien entrada la mañana; durante el verano este meteoro es prácticamente inapreciable.

Cuadro 10

NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE NIEBLA

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
7'5	5'1	3'4	2'4	1'8	1'0	0'1	0'2	0'7	2'8	6'2	7'6	38'8

51

— *Rocío y escarcha*. Dentro de su escasez ambos meteoros presentan una frecuencia muy parecida: alrededor de quince días al año. La escarcha se reduce prácticamente a los meses fríos del otoño e invierno, lo cual es lógico habida cuenta que para su formación necesita temperaturas más bajas que las del rocío; de ahí que en el mes de marzo, en el que los valores térmicos no suelen descender mucho, su frecuencia sea ya prácticamente insignificante. El rocío es más frecuente en otoño e invierno, en primavera y verano las temperaturas nocturnas no suelen bajar lo suficiente para provocar la condensación del vapor de agua, de manera que la frecuencia desciende considerablemente en ambas estaciones; no obstante, cuando se forma resulta muy beneficioso para las plantas ya que actúa como un elemento compensador de la escasez e irregularidad pluviométrica.

Cuadro 11

NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE ROCÍO

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2'0	1'4	1'8	0'5	1'0	0'2	0'3	0'1	0'5	1'6	3'0	2'7

Cuadro 12

NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE ESCARCHA

ENERO	FEBRERO	MARZO	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6'0	2'5	0'6	1'4	5'3

52

Litometeoros. Se trata de un conjunto de partículas que en su mayor parte son sólidas y no acuosas. Estas partículas están más o menos en suspensión en la atmósfera o son levantadas del suelo por el viento. Dentro de este grupo únicamente merece destacarse por su importancia la calima, cuya frecuencia de aparición es bastante alta. El resto (humos, nubes de polvo o de arena, polvaredas) presenta una frecuencia tan sumamente baja que los hace insignificantes desde el punto de vista estadístico.

Cuadro 13

FRECUENCIA MEDIA DE DÍAS DE CALIMA

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
5'0	5'1	6'1	6'0	6'5	8'0	9'3	8'0	7'7	6'1	6'2	6'2	80'5

La calima o calina viene definida como una suspensión en la atmósfera de partículas secas, extremadamente pequeñas, invisibles a simple vista y bastante numerosas para dar al aire un aspecto opalescente. Se presenta generalmente cuando el tiempo es seco. Córdoba registra un porcentaje muy alto de días de calima, lo que debe considerarse normal dado que por su situación geográfica se incluye dentro de la España seca. En el mapa de líneas de igual frecuencia de calima, Córdoba queda incluida dentro de la zona más importante que tiene su punto central en la provincia de Jaén⁹. Las condiciones más favorables para que se forme la calima son una abundante insolación ligada a un tiempo estival, que produce por la sequedad una capa de granos muy finos sobre el suelo que son vehiculados hacia las zonas más altas de la atmósfera por corrientes convectivas.

⁹ LANGE, G.: "La calina o nubes de polvo del verano español". *Estudios geográficos*, nº 64 (1955).



Influencia de la...

CAPÍTULO II

VARIACIONES LOCALES DEL CLIMA REGIONAL

El estudio de las variaciones locales del clima regional es de gran importancia para comprender los fenómenos que ocurren en el territorio. Estas variaciones se deben a factores como la topografía, la proximidad al mar, etc. En este capítulo se analizarán los factores que influyen en las variaciones locales del clima regional.

El estudio de las variaciones locales del clima regional es de gran importancia para comprender los fenómenos que ocurren en el territorio. Estas variaciones se deben a factores como la topografía, la proximidad al mar, etc. En este capítulo se analizarán los factores que influyen en las variaciones locales del clima regional.

El estudio de las variaciones locales del clima regional es de gran importancia para comprender los fenómenos que ocurren en el territorio. Estas variaciones se deben a factores como la topografía, la proximidad al mar, etc. En este capítulo se analizarán los factores que influyen en las variaciones locales del clima regional.

1. Este estudio se basó en los datos de las estaciones meteorológicas de la zona.

2. Los datos de las estaciones meteorológicas de la zona se obtuvieron de los archivos de la Oficina Nacional de Meteorología.

3. Los datos de las estaciones meteorológicas de la zona se obtuvieron de los archivos de la Oficina Nacional de Meteorología.

Introducción

Surgido de la intensificación de matices concretos dentro de los rasgos generales de la región se encuentra el clima local, que deriva de factores de carácter geográfico como altitud, exposición. Clima regional, clima local, microclima representan formas distintas de abordar el estudio de las condiciones climáticas de un espacio determinado, pero también demuestran la enorme complejidad que encierran los procesos atmosféricos. Superado el concepto clásico de climatología, basado en el análisis de los valores medios de las variables meteorológicas, cada vez se acostumbra a tener más en cuenta toda una serie de factores, de la más variada índole y naturaleza, que inciden en la caracterización climática de cualquier espacio concreto.

Aun cuando los sistemas meteorológicos que se desarrollan a gran escala tienden a afectar superficies de miles de kilómetros cuadrados, en determinadas condiciones, relacionadas fundamentalmente con la naturaleza del terreno, pueden llegar a producirse variaciones locales susceptibles de crear microclimas inusuales en espacios relativamente pequeños. De los distintos elementos que determinan el estado del tiempo en un lugar, la temperatura del aire, el viento, las precipitaciones, registran con suficiente nitidez estas variaciones microclimáticas. Por tal motivo han sido objeto de numerosos estudios de detalle¹⁰, lo que demuestra el interés que suscita el conocimiento de nuestro entorno atmosférico más inmediato.

¹⁰ Por sólo citar algunos trabajos, merece destacarse el artículo de LÓPEZ GÓMEZ, A.: "Inversión de temperatura entre Madrid y la Sierra de Guadarrama con advección cálida superior". *Estudios geográficos*, nº 138/139, febrero-mayo 1975, pp. 567-604. También el de PUGDEFABREGAS, J.: "Características de la inver-

1.- Inversiones de temperatura. Aspectos generales

En la atmósfera libre, conforme se asciende verticalmente, se van registrando valores térmicos continuamente decrecientes, fenómeno que se conoce con el nombre de gradiente térmico vertical. Las causas de este descenso pueden ser de diverso tipo. En primer lugar, se produce como consecuencia de la expansión que experimenta el aire ascendente al disminuir la presión barométrica con la altura. Por otro lado, es el resultado de la disminución altitudinal del vapor de agua, principal agente controlante en el proceso de absorción atmosférica, el cual absorbe casi seis veces más radiación solar que todos los demás gases atmosféricos juntos. Y por último, porque al aumentar la altura decrece la influencia calorífica de la superficie terrestre¹¹.

No obstante, aunque habitualmente en los kilómetros inferiores de la atmósfera se observa una disminución gradual de la temperatura con la altura, el ritmo con que se lleva a cabo no es constante ni en el espacio ni en el tiempo. Por lo general, se admite que la tasa de descenso o «tasa de lapso» en la troposfera es, en promedio, de 0'6°C por cada 100 metros de elevación (6°C por kilómetro), pero desde un punto de vista temporal este gradiente sufre variaciones, admitiéndose que durante el invierno queda comprendido entre 0'3°C y 0'5°C, mientras que en la estación veraniega aumenta hasta situarse entre 0'6°C y 0'7°C¹². Latitudinalmente se observan asimismo variaciones significativas en el gradiente térmico, desde los valores más elevados correspondientes

sión térmica en el extremo oriental de la depresión interior altoaragonesa". *Pirineos*, n.º 96 (1970), pp. 21-45. Por lo que respecta al viento, cabe destacar, entre otros, los siguientes, GARCÍA DE PEDRAZA, L.: "Meteorología de las montañas: estancamiento y Föhn". *S.M.N. Boletín Mensual Climatológico*. Madrid, junio 1963, pp. 3-7. GAVIRIA, I.: "Aportación al estudio de los vientos en la Península. El Terral en Málaga". *Estudios Geográficos*. VII (1946), pp. 721-725. JANSA GUARDIOLA, J.M.: "Sobre la Tramontana en Menorca". *Boletín Mensual del Centro Meteorológico de Baleares*. Palma de Mallorca, agosto 1943. QUEVEDO, T.: "Temporales de Llevant". *S.M.N. Serie A. (Memorias)*. Tercer ciclo de conferencias desarrollado en el I.N.M. durante el año 1964. Madrid, 1966, 36 pp.

¹¹ DOWN, W.L.: *Meteorología*. Edit. Reverté S.A. Barcelona, 1978; p. 67.

¹² ROUGERIE, G.: *Les montagnes dans la biosphère*. Armand Colin. París, 1990; pp. 10.

a las latitudes intertropicales, hasta los más bajos de las latitudes polares, pasando por los valores intermedios propios de los climas de tipo mediterráneo.

Ahora bien, pese a que la temperatura del aire disminuye con la altura, con frecuencia esta característica se invierte a ciertos niveles, por lo que temporal o localmente en vez de disminuir aumenta con la altitud. Cuando el aire frío yace bajo el aire más cálido próximo al suelo, la tasa normal de descenso es al revés, fenómeno que se conoce con el nombre de inversión térmica. Una de las formas más comunes de inversión es la que se presenta en las capas inferiores de la atmósfera como consecuencia del rápido enfriamiento nocturno por radiación que experimenta la superficie terrestre y el aire en contacto con ella. Esta clase de inversión, llamada superficial, es característica de las latitudes medias y altas durante las noches de invierno, en las cuales la radiación que emite la tierra excede a la que absorbe. En tales casos, las condiciones óptimas suelen estar ligadas a la presencia de cielos despejados o con nubes altas, que implican una rápida pérdida de calor, y a masas de aire relativamente secas y en calma de forma que el estrato superficial pueda adquirir rápidamente la temperatura de la superficie subyacente.

57

Sin embargo las inversiones pueden desarrollarse también a distintos niveles por encima de la superficie. Algunas de ellas son debidas a radiaciones producidas en los niveles altos de la atmósfera. Otras, más importantes, son de origen frontal, esto es, están asociadas a masas de aire convergente que contrastan en temperatura y en densidad¹³. Existen finalmente otros tipos de inversión causados por procesos mecánicos tales como la turbulencia y, sobre todo, la subsidencia. En el primer caso, la distribución vertical de la temperatura en los niveles inferiores y medios de la atmósfera se lleva a cabo no sólo a través de los procesos de radiación sino también mediante el calor transferido por turbulencia; en las zonas altas de la troposfera, por encima del nivel de las nubes, el desprendimiento del calor de condensación en las nubes es un mecanismo adicional muy importante que afecta a la distribución vertical de la temperatura. En cuanto a la subsidencia, propia de los sistemas de alta presión especialmente de los de carácter estacionario, significa que el aire subsidente se calienta por compresión reduciendo por ello su humedad relativa y haciéndose más

¹³ Véase, al respecto, el trabajo de LÓPEZ GÓMEZ, A.: "Inversión de temperatura entre Madrid y la Sierra de Guadarrama con advección cálida superior". *Opus. cit.*

estable; este descenso produce un calentamiento adiabático del aire y la aparición de la llamada «inversión de subsidencia» a unos 500–1.500 metros de altura, por debajo de la cual la masa de aire en contacto con el suelo se mantiene más fría.

58

2.- Influencia del relieve sobre los elementos del clima regional

Las condiciones locales desempeñan, pues, una gran influencia en el desarrollo de no pocos fenómenos microclimáticos. En una misma región la temperatura del aire, el viento, la lluvia, pueden variar de un lugar a otro en función del relieve, de la topografía y del medio físico en general. A escala mesoclimática la influencia de la topografía terrestre sobre el clima es de tal importancia, que ha dado lugar a una especialidad científica denominada «Topoclimatología», como una fase de estudio intermedia entre el microclima local y el macroclima regional¹⁴.

Por lo que respecta al caso concreto de Córdoba, las condiciones locales van a jugar también un papel importantísimo. A nivel de temperaturas la depresión del Guadalquivir se muestra particularmente favorable para que se originen fuertes inversiones, presenta una gran continuidad espacial —tanto en sentido horizontal como en sentido vertical— y se halla alimentada por extensas superficies de captación de aire frío situadas al norte, en sierra Morena, que por la noche dan lugar a corrientes de densidad acumulándose el aire frío en el fondo del valle. Si tenemos en cuenta la ubicación del núcleo urbano de Córdoba, se comprenderá de

¹⁴ GARCÍA DE PEDRAZA, L. y CASTILLO REQUENA, J.M.: "Influencia de la con-

inmediato la importancia que pueden llegar a adquirir las condiciones locales sobre determinados elementos del clima.

En efecto, la ciudad se encuentra emplazada en pleno valle del Guadalquivir, a una altitud media de aproximadamente 125 metros sobre el nivel del mar. Por sus lados este y oeste queda abierta por el cauce del río. Por el sur conecta con la suave topografía miocena de la campiña mediante una sucesión de terrazas fluviales que elevan progresivamente la topografía por encima de los 200 metros. Y finalmente, por el norte limita con las estribaciones de Sierra Morena, que en un corto espacio —a poco más de 5 kilómetros de la ciudad— eleva la topografía hasta superar los 500 metros de altitud. Veamos a continuación cómo influye esta configuración topográfica sobre el gradiente térmico.

59

3.- Gradiente térmico normal e inversión Córdoba-Sierra

Las inversiones de temperatura que hemos observado en el espacio comprendido entre el valle del Guadalquivir y el sector cordobés de sierra Morena, tienen lugar preferentemente durante el invierno, segunda mitad del otoño y primera fase de la primavera. En este período del año se presentan las mejores condiciones para que puedan desarrollarse inversiones de superficie, que al mismo tiempo resultan favorecidas por la presencia de una brisa de sierra que, como se verá en el siguiente apartado, alcanza su máxima frecuencia durante los meses invernales. A lo largo de estos meses, cuando la energía solar es insuficiente la inversión puede permanecer durante todo el día, pero lo normal es que se forme a partir de la caída de la noche y vaya desapareciendo en el

figuración topográfica de la Península Ibérica en sus caracteres meteorológicos y climáticos". *Revista Paralelo 37°*, nº 5 (1981), pp. 31-42.

transcurso de la mañana, aproximadamente seis u ocho horas después de la salida del sol¹⁵. Las inversiones pueden ser habituales también en cualquier otra fecha de la primavera o del otoño, lo que ocurre es que en tales casos suelen registrar una intensidad y una frecuencia relativamente más bajas, lo cual es lógico si se tiene en cuenta la mayor altura que alcanza el sol sobre el horizonte en esta etapa del año¹⁶.

60

La situación sinóptica que favorece invariablemente el desarrollo de una inversión está asociada a un régimen de altas presiones, que posibilita la clarificación de las capas inferiores de la atmósfera. El viento presenta una componente de norte a este-noreste, es decir, del primer cuadrante, aunque también puede ser un viento del noroeste sobreenfriado a lo largo de su trayectoria sobre el suelo peninsular. La velocidad debe oscilar entre moderada y débil, a fin de que no puedan mezclarse por turbulencia —y por tanto homogeneizarse térmicamente— las distintas capas del aire. En este sentido los vientos comprendidos entre 0'5 y 2'5 metros/segundo (de dos a nueve kilómetros por hora) parecen ser los más favorables, de hecho se admite que estas velocidades favorecen la formación de nieblas de irradiación debido a que ese suave movimiento produce una ligera pero suficiente turbulencia para que el aire más frío que se estanca junto al suelo pueda mezclarse con el subyacente de las capas más bajas. Los casos en que hemos detectado una anomalía térmica positiva entre el valle y la sierra coinciden casi siempre con esta situación, caracterizada como buen tiempo de invierno, primavera u otoño, o lo que es lo mismo, como un tiempo soleado y frío propio de régimen anticiclónico.

En sentido contrario, las condiciones meteorológicas menos favorables para que se origine una inversión están asociadas invariablemente a un tipo de tiempo templado y nuboso propio de régimen ciclónico, o bien, en el extremo opuesto, a un tipo de tiempo caluroso y despejado característico de la estación estival. Cualquier situación que se aleje de estos dos supuestos tenderá a favorecer,

¹⁵ La velocidad de desaparición depende de la anchura del valle, según el siguiente esquema aproximativo propuesto por G. ESCOURROU:

4 horas y media para un valle de 2 km de ancho

6 horas y media para un valle de 4 km de ancho

8 horas para un valle de 6 km de ancho

Climat et environnement. Les facteurs locaux du climat. París, Massón, 1991, p. 53.

¹⁶ DOMÍNGUEZ BASCÓN, P.: "Factores condicionantes de las variaciones de temperatura del clima de Córdoba". *Axarquía*, nº 10 (1984); pp. 37-70.

con intensidad variable, según tendremos ocasión de comprobar, el desarrollo de inversiones superficiales de temperatura.

Por otro lado, el análisis de una inversión muestra casi siempre la misma radiografía, excepto en lo que se refiere a su intensidad lógicamente. A partir del ocaso del sol la estratificación térmica de la parte inferior de la atmósfera comienza a quedar delimitada en dos niveles cada vez más contrastados: uno próximo al suelo formado por aire frío y pesado, y otro por encima de él formado por aire menos frío —o más templado— y ligero, el cual favorece habitualmente la formación de una capa de niebla por encima del aire frío. La medición de la temperatura traduce por lo tanto una marcha anormal en cuanto a su distribución vertical, pero lo que quiero hacer notar especialmente es que la capa de inversión, es decir, la frontera entre el aire frío próximo al suelo y el aire cálido superior, presenta casi de forma invariable las mismas características. En concreto, a partir del centro del núcleo urbano se advierte un progresivo descenso de la temperatura que habitualmente queda interrumpido en un punto de la periferia norte de la ciudad conocido con el nombre de «Cerrillo», situado a una altitud aproximada de 320 metros. En este punto se localiza con frecuencia la frontera entre el aire frío y el aire cálido, y a partir de ahí se inicia la capa de inversión con un aumento progresivo de la temperatura con la altura.

61

El gradiente térmico vertical y, por ende, la intensidad de las inversiones presenta diferencias notables a lo largo de la amplia zona que se extiende entre el piedemonte de la sierra y las terrazas del Guadalquivir, debido entre otras razones a las irregularidades del relieve y a la presencia o ausencia de una masa importante de vegetación. No obstante, para no hacer demasiado prolijo el análisis únicamente hemos considerado el gradiente térmico en dos espacios concretos: por un lado, el sector comprendido entre la sierra y el núcleo urbano, es decir, en buena medida el área correspondiente a la barriada residencial de El Brillante; y por otro lado, un espacio más homogéneo que se extiende entre la sierra y la periferia rural, o lo que es igual, entre la sierra y el campo abierto. En el primer sector las inversiones se muestran en todo momento menos intensas que entre la sierra y el espacio rural, lo cual es debido a la anomalía térmica positiva que provoca un fenómeno que estudiaremos después conocido con el nombre de isla de calor urbano. Veamos a continuación algunos ejemplos de las secuencias que sigue el gradiente térmico en uno y otro sectores y en distintas épocas del año.

Inversión térmica muy fuerte en invierno

62

13 de enero de 1986. La situación sinóptica del día 13 de enero de 1986 y la que se analiza más adelante correspondiente al 3 de marzo de 1987, resultan particularmente favorables para que se originen inversiones de temperatura de carácter absoluto, a causa del rápido enfriamiento nocturno por radiación que experimenta la superficie terrestre y la capa de aire en contacto con ella. En la primera fecha el mapa sinóptico muestra una profunda borrasca de 948 milibares centrada a 62° Norte - 9° Oeste, que da lugar a vientos acompañados de inestabilidad en toda la fachada occidental de Europa. Un potente anticiclón (1040 mb) afecta a la Península Ibérica, extendiéndose hasta el sur de Francia, Baleares y noroeste de Africa. En el observatorio meteorológico del aeropuerto de Córdoba el viento marcó las siguientes velocidades: calma a las 0,0 horas (GMT), ligero incremento hasta 3,6 km/h a las 0,7 horas, y nuevo aumento posterior hasta 10,8 km/h al comienzo de la tarde (13 horas GMT). El cielo se mantuvo muy poco nuboso durante todo el día (8'8 horas de sol), con nubes altas de tipo cirro. Nos hallamos pues, ante una situación meteorológica especialmente propicia para que se originen fuertes inversiones de temperatura entre el valle del Guadalquivir y las estribaciones de sierra Morena, siendo normal que permanezcan hasta bien entrada la mañana y que comiencen a formarse desde las primeras horas de la noche. Concretamente la inversión térmica se mantuvo ese día a lo largo de las veinticuatro horas, aunque variando en intensidad y altura de acuerdo con el ritmo que muestran las figuras adjuntas (figs. 5.1 a 5.3 y apéndice 2.1). Del mismo modo, entre la periferia norte de la ciudad y la periferia rural también se observaron algunas diferencias significativas.

En efecto, al comienzo de la mañana en el primer sector periurbano la zona de inversión se inicia a partir del nivel correspondiente al Cerrillo, incrementándose progresivamente con la altura (véase apéndice 2.1). Si tenemos en cuenta el gradiente térmico que se observaba en ese momento, la inversión alcanzaba un valor de 5,2°C entre el centro de la ciudad (2,4°C) y las estribaciones de la sierra (Mirador 7,6°C); entre la propia ciudad y el Cerrillo —límite de comienzo de la inversión— quedaba una zona in-

termidia que permanecía como un área de acumulación de aire frío y húmedo (Camping 1,7°C). Pero por otro lado, si tenemos en cuenta la temperatura que era de esperar en función del gradiente térmico normal en invierno (0,6°C / 100 metros de elevación), la inversión llegaba a alcanzar un valor máximo de 7,4°C entre el centro urbano y la sierra.

Por su parte, en la periferia rural, donde como hemos indicado no se acusa la característica anomalía térmica positiva provocada por la isla de calor urbano, la inversión era más fuerte. Concretamente la intensidad máxima llegó a ser de 7,1°C en razón del gradiente térmico observado y de 9,3°C si se considera el gradiente normal, naturalmente ambos registros están referidos al comienzo de la mañana. Por lo demás la inversión no se inicia en el Cerrillo sino en un nivel más bajo, exactamente a partir del Camping.

En las primeras horas de la tarde se registran dos cambios significativos. En primer lugar la zona del Camping no se muestra ya como un área de acumulación de aire frío, sino por el contrario de aire cálido transportado por el viento probablemente desde el interior de la ciudad, lo cual se concretaba en un ligero balance térmico positivo de 1,1°C en relación con el núcleo urbano. Por este mismo motivo, en segundo lugar, la zona más fría se desplaza ahora hasta la altura del Cerrillo, y paralelamente con ella también lo hace la zona de inversión. Por la noche, finalmente, la inversión de temperatura comienza a formarse a partir del mismo nivel que por la mañana, de manera que vuelve a repetirse de nuevo el mismo esquema aunque con una intensidad ligeramente inferior.

Fig. 5.1 Gradiente térmico vertical
13 de Enero de 1986 (MANANA)

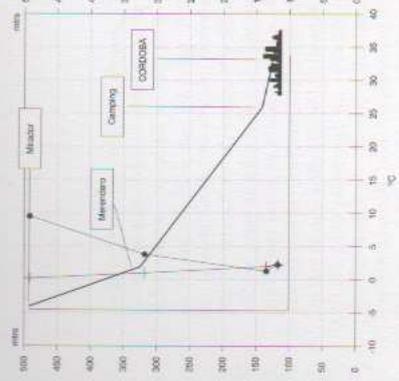


Fig. 5.2 Gradiente térmico vertical
13 de Enero de 1986 (TARDE)

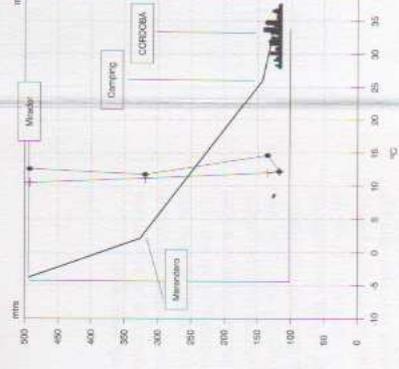
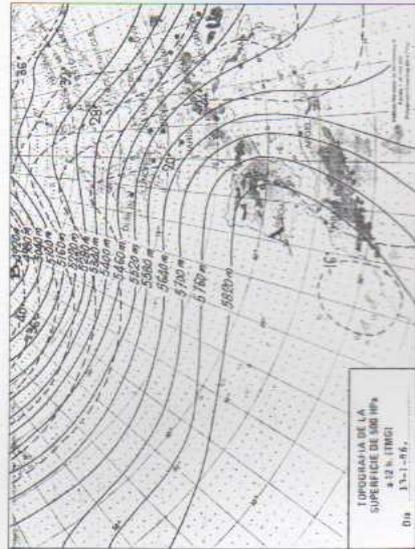
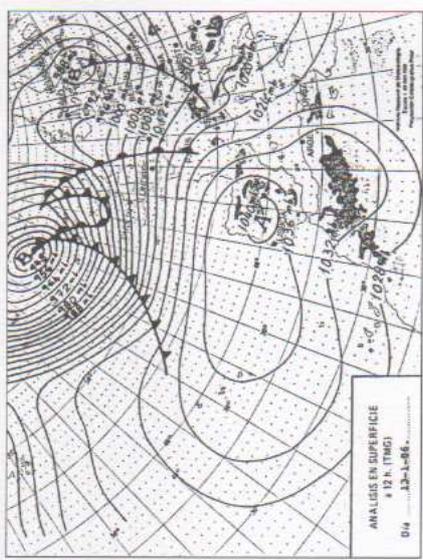
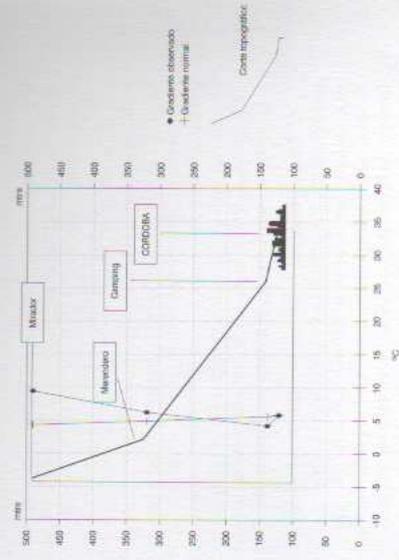


Fig. 5.3 Gradiente térmico vertical
13 de Enero de 1986 (NOCHE)



Inversión térmica fuerte en invierno

64

3 de marzo de 1987. El paso de solsticio a equinoccio se ve acompañado con frecuencia de situaciones atmosféricas aparentemente revueltas como la que muestran las figuras 6.1 a 6.3, en las que está próximo un cambio de estación que debe dar paso a la entrada de la primavera. Diferentes núcleos depresionarios de carácter relativo —como el situado a la altura de las Azores— y absoluto definen buena parte del tiempo en el occidente europeo. Sin embargo, por lo que respecta a la Península tanto en superficie como a 5.500–5.700 metros de altura (500 milibares) el tiempo está determinado por la posición del anticiclón atlántico, que se extiende en la dirección de los meridianos. La depresión del golfo de Génova apenas tiene influencia, sólo repercute de forma indirecta para canalizar masas de aire polar Continental provenientes del anticiclón, determinando una intensa circulación del noreste con escasa nubosidad y vientos frescos, aunque dada la época del año los valores térmicos son ya relativamente suaves. Este tipo de tiempo propicia también inversiones absolutas entre la sierra y el valle, si bien con una intensidad algo más baja que en enero. Como se puede ver en las figuras adjuntas el esquema es bastante parecido al anterior tanto a nivel de periferia rural como de periferia urbana. Al comienzo de la mañana y por la noche el gradiente térmico vertical se invierte también a partir de los mismos puntos, es decir, Cerrillo y Camping, en tanto que por la tarde se diluye por completo la inversión. La intensidad máxima, registrada igualmente en las primeras horas del día, llegó a ser de 4,6°C en el sector norte de la ciudad y de 7,3°C en el campo abierto.

Fig. 6.1 Gradiente térmico vertical
3 de Marzo de 1987 (MANANA)

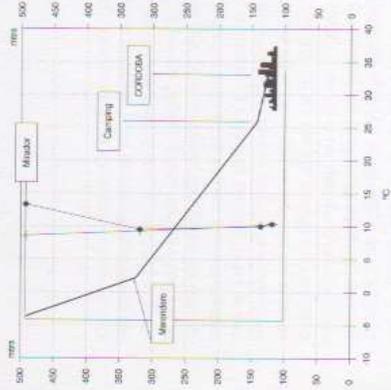


Fig. 6.2 Gradiente térmico vertical
3 de Marzo de 1987 (TARDE)

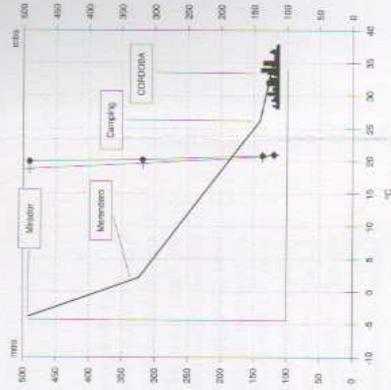
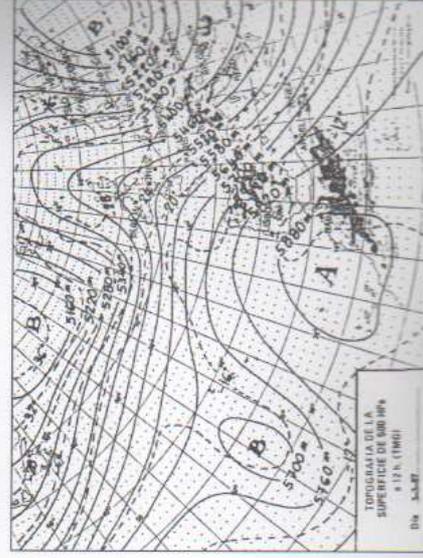
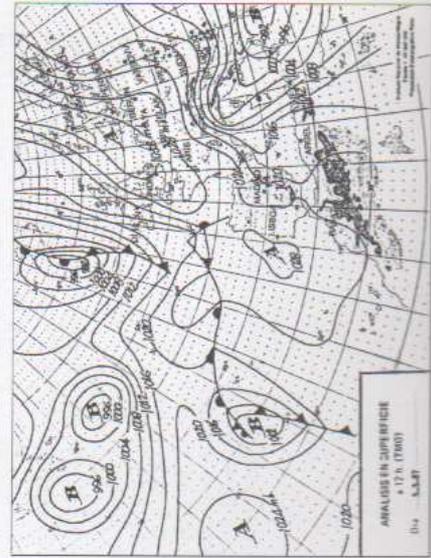
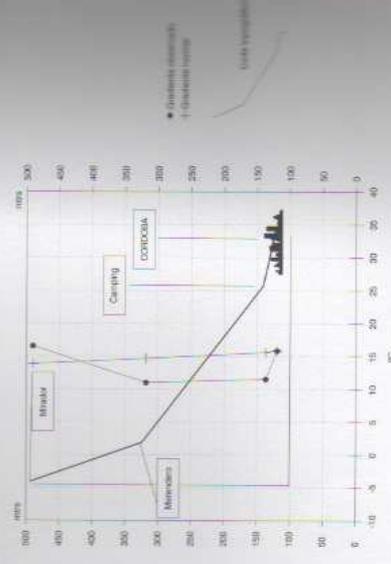


Fig. 6.3 Gradiente térmico vertical
3 de Marzo de 1987 (NOCHE)



Inversión térmica moderada-fuerte en primavera

66

19 de mayo de 1987. Aun cuando el invierno es la estación que presenta las condiciones óptimas para que se desarrollen inversiones de temperatura de carácter absoluto, el fenómeno puede llegar a ser habitual incluso en fechas próximas al final de la primavera. Lo que ocurre es que generalmente desaparecen durante el día y gran parte de la noche debido al mayor calentamiento de la superficie terrestre, de manera que son perceptibles sobre todo durante las horas de madrugada, que es cuando se acusan los valores térmicos más bajos. La situación que muestran las figuras 7.1 a 7.3, correspondiente al día 19 de mayo, puede servir como ejemplo. Básicamente se trata de un tipo de tiempo despejado en el que dominan las altas presiones en toda la Península, con un núcleo depresionario de carácter relativo en el norte de África. El gradiente barométrico se muestra muy suave, lo que significa que el viento mantiene una velocidad de moderada a débil. Concretamente en la capital cordobesa la velocidad osciló del siguiente modo: calma a las 0'7 horas (GMT), brisa fuerte de 14 km/h a las 13 horas (GMT) y brisa suave de 11 km/h a las 0'0 horas (GMT). La insolación diaria fue de 12 horas de sol.

Teniendo en cuenta estas condiciones meteorológicas, al comienzo de la mañana el gradiente térmico se invierte a partir del Camping municipal, tanto en la periferia urbana como en el campo abierto, incrementándose progresivamente con la altura hasta alcanzar el valor máximo en el Mirador con 5,2°C y 6,1°C, respectivamente para uno y otro sectores periurbanos. En las primeras horas de la tarde la inversión se ha debilitado casi por completo, si bien la fuerte insolación diurna posibilitaba aún su mantenimiento sobre el piedemonte de la sierra, entre el Cerrillo y el Mirador. A la caída de la noche, finalmente, queda restablecido por completo el gradiente térmico vertical.

Fig. 7.1 Gradiente térmico vertical 19 de Mayo de 1987 (MANANA)

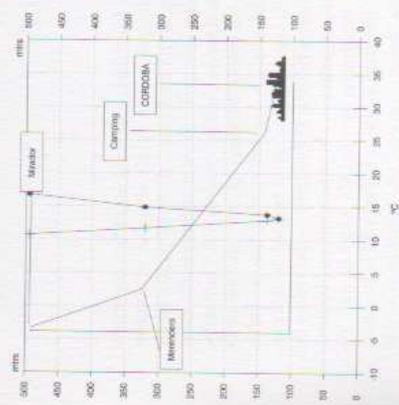


Fig. 7.2 Gradiente térmico vertical 19 de Mayo de 1987 (TARDE)

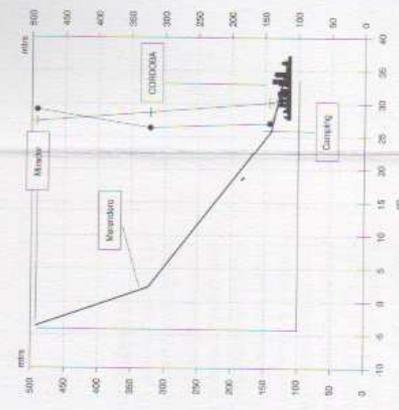
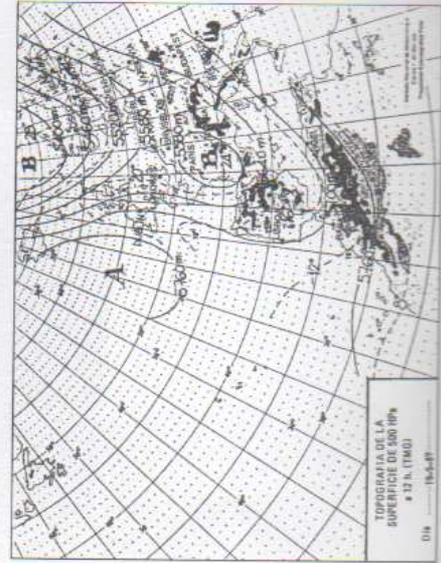
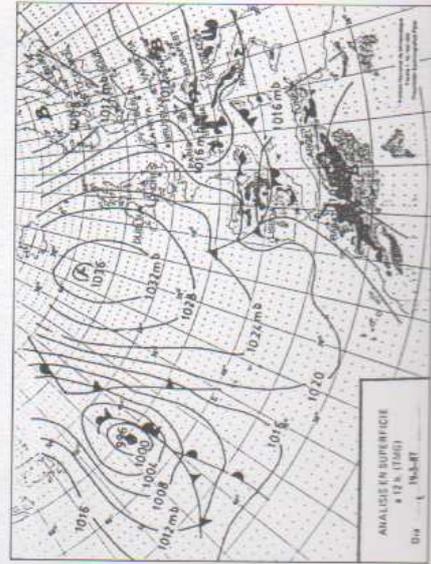
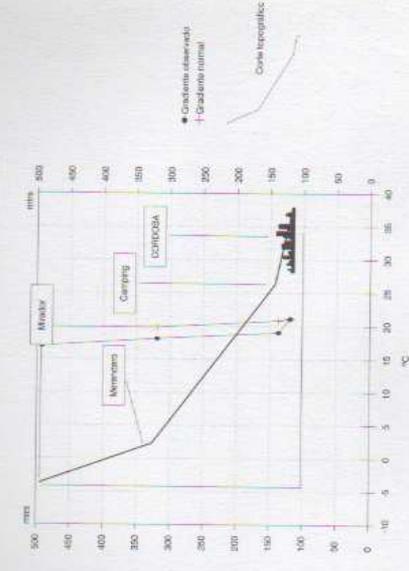


Fig. 7.3 Gradiente térmico vertical 19 de Mayo de 1987 (NOCHE)



Inversión térmica débil con tiempo perturbado

68 **21 de abril de 1994.** Cuando el cielo está nuboso la inversión de temperatura difícilmente puede originarse. La situación sinóptica correspondiente al día 21 de abril de 1994 puede servir como ejemplo. En esa fecha las condiciones meteorológicas estaban determinadas por un tipo de tiempo ciclónico del suroeste, principal responsable de las precipitaciones que se registran en la mitad occidental de Andalucía. La depresión atlántica no había llegado a provocar todavía inestabilidad en la capital cordobesa, sino más bien un ligero aumento de la nubosidad —con nubes de tipo estratiforme fundamentalmente— y la consiguiente disminución de la insolación (se registraron en total 5'3 horas de sol). De acuerdo con los registros llevados a cabo a lo largo de la mañana, tarde y noche el gradiente térmico vertical únicamente presentó una cierta irregularidad al comienzo del día, en cambio durante el resto de la jornada se mantuvo prácticamente normal. Por la mañana la curva del gradiente se mantiene constante hasta el Cerrillo, y entre este punto y el Mirador se detecta una ligerísima inversión térmica de apenas 0'3°C provocada sin duda por la mayor absorción de la radiación solar con la altura. Durante la tarde y noche apenas se aprecian irregularidades en la curva del gradiente, de manera que las sucesivas variaciones térmicas se adaptaban perfectamente a la tendencia que cabía esperar en función de los diferentes cambios altitudinales.

Fig. 8.1 Gradiente térmico vertical
21 de Abril de 1994 (MAÑANA)

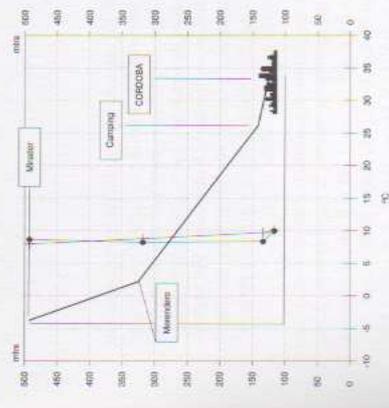


Fig. 8.2 Gradiente térmico vertical
21 de Abril de 1994 (TARDE)

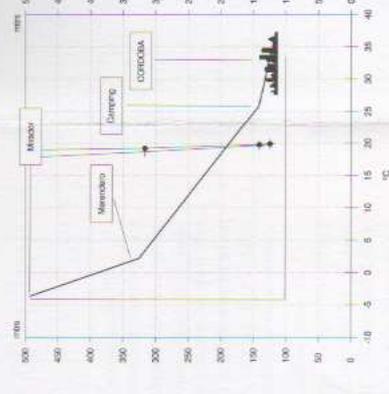
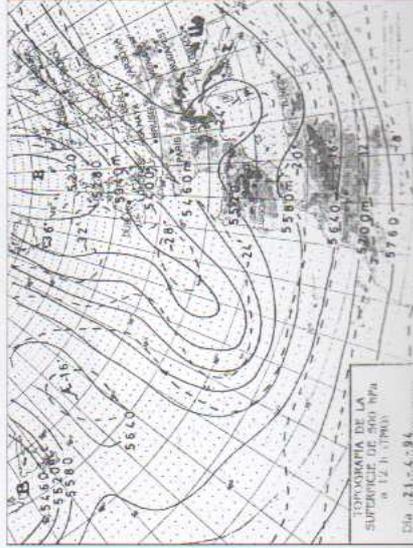
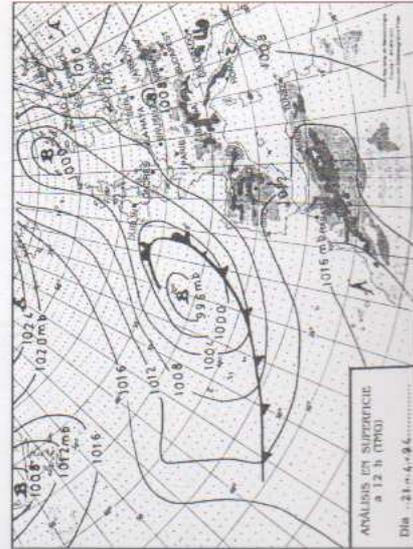
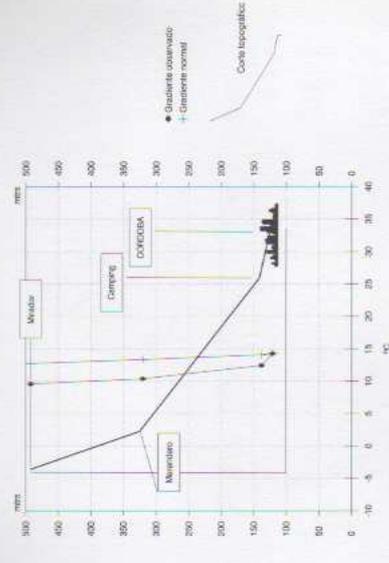


Fig. 8.3 Gradiente térmico vertical
21 de Abril de 1994 (NOCHE)



Inversión térmica débil en verano

26 de junio de 1986. En algunas ocasiones las inversiones de temperatura únicamente se ponen de manifiesto a partir del trazado de la curva normal del gradiente. A comienzos del otoño y al final de la primavera —meses de octubre y mayo principalmente— este tipo de situaciones suelen ser bastante habituales. Sin embargo lo interesante es que también pueden ser habituales en pleno solsticio de verano, como queda reflejado en el siguiente ejemplo correspondiente al día 26 de junio de 1986.

70

En esta fecha las condiciones barométricas muestran un gradiente suave a nivel de superficie, que en la capital cordobesa se concretó en vientos de 14 km/h tanto a las 0'0 horas como a las 0'7 horas (GMT), y de 22 km/h a las 13 horas (GMT), con cielos completamente despejados (11'4 horas de sol). A 5.500–5.700 metros de altura (500 mb) la presencia de una vaguada canaliza vientos de componente suroeste de escasa intensidad.

En las primeras horas de la mañana el gradiente térmico vertical mantiene una cierta regularidad en el amplio espacio comprendido entre el núcleo urbano y el Cerrillo, pero a partir de aquí comienza a invertirse la tendencia hasta el Mirador, en donde el termómetro marca una temperatura de 17,7°C, lo que supone una diferencia de 1,5°C en relación con la temperatura que era de esperar en función del gradiente térmico normal (16,2°C). En la periferia rural se ha formado también una pequeña inversión a partir del Camping, aunque en este caso es de carácter absoluto. En horas posteriores la situación comienza a debilitarse de forma progresiva, hasta que queda restablecido por completo el gradiente térmico vertical a partir de la caída de la noche.

Fig. 9.1 Gradiente térmico vertical
26 de Junio de 1986 (MAÑANA)

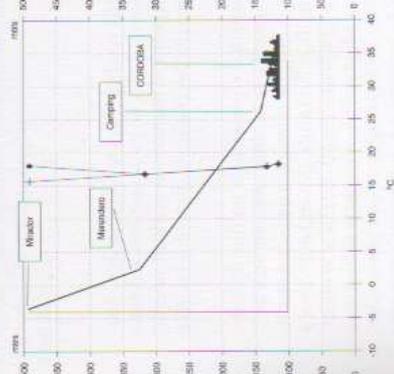


Fig. 9.2 Gradiente térmico vertical
26 de Junio de 1986 (TARDE)

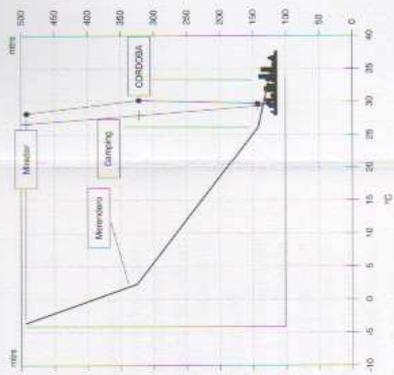
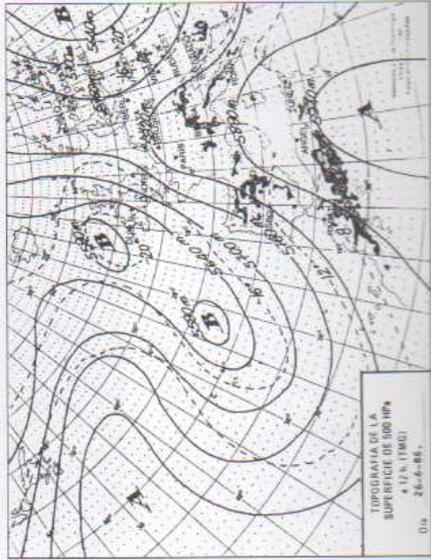
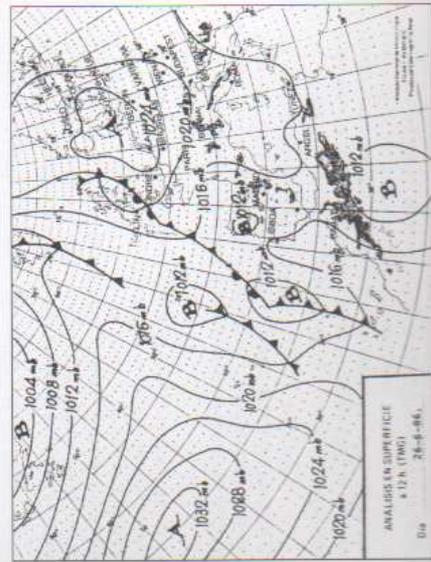
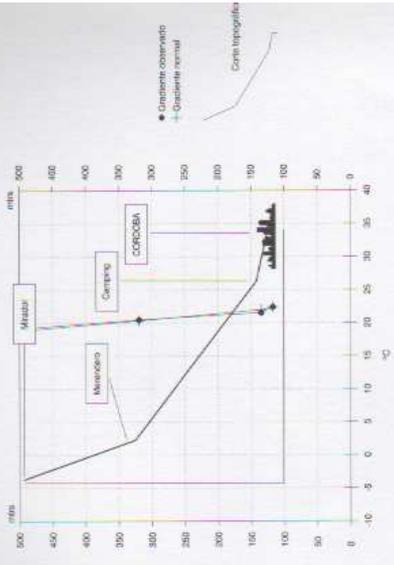


Fig. 9.3 Gradiente térmico vertical
26 de Junio de 1986 (NOCHE)



Gradiente térmico normal

8 de julio de 1994. Para finalizar hemos incluido una situación sinóptica correspondiente al mes de julio, en pleno solsticio de verano. En realidad el esquema es bastante parecido al anterior en lo que se refiere a la marcha del gradiente, pero por razones distintas.

72 Nos hallamos, en resumidas cuentas, ante un tipo de tiempo caluroso y seco de verano en el que las altas temperaturas de la superficie terrestre han posibilitado la formación de un núcleo de bajas presiones en el interior de la Península. Sin embargo, pese a la fuerte insolación diurna el gradiente térmico no muestra ninguna irregularidad, sino que se adapta progresivamente al descenso normal impuesto por la altura. El único aspecto que merece destacarse es que al comienzo de la mañana el intenso calentamiento del piedemonte de la sierra ha dado origen a una pequeña inversión térmica de apenas 1°C en el espacio comprendido entre el Cerrillo y el Mirador. No obstante pocas horas después se debilita y queda restablecido por completo el gradiente térmico vertical, manteniéndose de este modo durante el resto de la jornada.

Resumiendo: las inversiones de temperatura que se registran en el espacio comprendido entre el valle del Guadalquivir y las estribaciones de sierra Morena tienen lugar preferentemente durante los meses de invierno, primavera y otoño, en situación anticiclónica y tiempo estable y frío, condiciones que favorecen por irradiación nocturna un fuerte descenso térmico de las capas bajas de la atmósfera.

Este tipo de inversiones comienzan a formarse a partir de la caída de la noche y pueden permanecer hasta bien entrada la mañana. En cambio, en la estación estival el gradiente térmico vertical apenas acusa irregularidades dignas de mención.

Cabría preguntarse, para finalizar, por qué no se forman inversiones de temperatura en el espacio comprendido entre el valle del Guadalquivir y la campiña. La respuesta es bastante simple y se explica por dos motivos fundamentales. Primero porque las diferencias de altitud entre el valle y la campiña son mucho más pequeñas que en el sector de sierra Morena, donde además existen

unas pendientes mucho más acusadas. Y en segundo lugar porque la orientación de la campiña con respecto al valle es claramente de dirección norte, mientras que el primer sector se orienta hacia el sur y por ello recibe directamente los rayos solares que elevan la temperatura.

Fig. 10.1 Gradiente térmico vertical
8 de Julio de 1994 (MAÑANA)

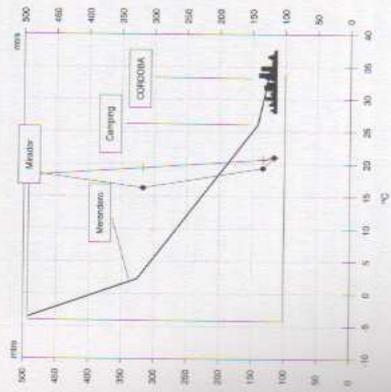


Fig. 10.2 Gradiente térmico vertical
8 de Julio de 1994 (TARDE)

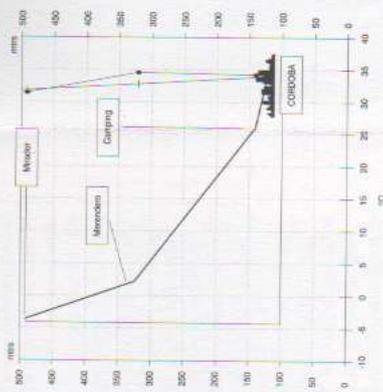
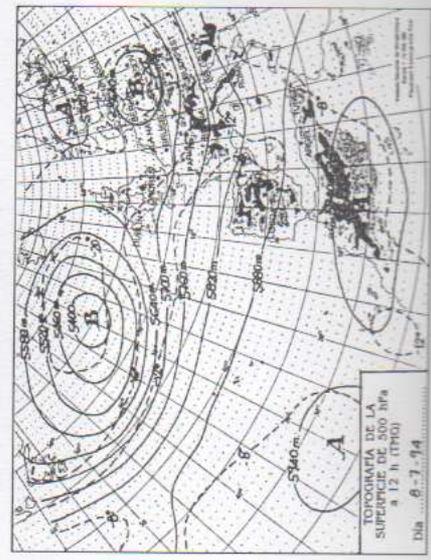
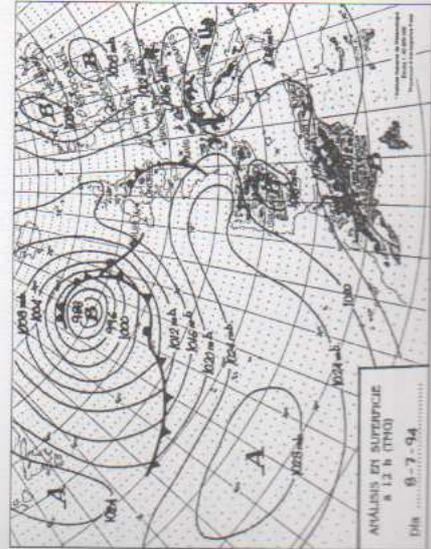
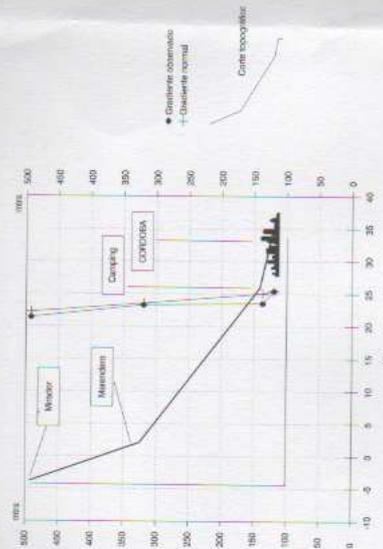


Fig. 10.3 Gradiente térmico vertical
8 de Julio de 1994 (NOCHE)



4.- Vientos locales: las Brisas

Lo que acabamos de exponer acerca de las inversiones de temperatura tiene que ver bastante con el fenómeno de las brisas, pues en principio el flujo de aire frío y denso que se desliza por gravedad ladera abajo a partir de la caída de la noche, representa un factor que favorece todo el proceso. Ambos fenómenos climáticos tienen además en común la circunstancia de estar propiciados por un tipo de tiempo muy semejante, ligado a unas condiciones barométricas en las que la Península se mantiene bajo el radio de acción de las altas presiones procedentes del anticiclón Europeo, Euroasiático, del Atlántico Norte o en situación de pantano barométrico que favorece las calmas. Font Tullet lo define como una situación sinóptica en la que las calmas del viento y los cielos despejados se han mantenido durante varios días; como quiera que estas condiciones, generalmente anticiclónicas, tienen su máxima frecuencia en enero, se explica que sea dicho mes el que muestre también la máxima frecuencia de períodos fríos de irradiación¹⁷.

Aun cuando el viento es esencialmente el resultado de las diferencias de temperatura y de las consiguientes irregularidades de presión, existen algunos flujos especiales que, localmente, pueden llegar a generarse como consecuencia de los contrastes térmicos originados por diferencias en la composición, topografía, de la superficie terrestre. Con el transcurso del tiempo muchos de estos vientos locales han llegado a adquirir unas peculiaridades tan notables y definidas, que en el vocabulario sobre el tiempo atmosférico acostumbran a ser identificados por su propio nombre, distinto de un lugar a otro. El «Bora» de la costa norte del Adriático, el «Mistral» del sur de Francia o el «Crivetz» que baja hasta Rumania desde las llanuras interiores de Rusia, constituyen ejemplos de vientos fríos suficientemente conocidos. En el polo opuesto el Föhn de los Alpes o el Chinook de las laderas orientales de las montañas Rocosas de Estados Unidos, son identificados por su carácter cálido. Igualmente famoso es el Siroco, viento cálido y

¹⁷ FONT TULLOT, I.: "Períodos fríos en la Península Ibérica". *Revista de Geofísica*, nº 61, XIII, enero-marzo 1957, p. 59.

seco que sopla desde el desierto hasta el litoral, principalmente en la cuenca del Mediterráneo, como resultado de las bajas presiones del mar; su elevada temperatura y sequedad —entre 48°C/50°C y humedad relativa en torno al 20/25 por ciento— se deben tanto al hecho de provenir del desierto como al efecto föehn que sufre al atravesar los relieves montañosos del norte de Africa; su relación con la formación de la calima es por otro lado muy estrecha. De similares características es el «Simun» o «Chamsin» de Egipto y Arabia, viento extraordinariamente sofocante que transporta también polvo del desierto. En España la toponimia de los vientos es igualmente rica y variada. Por sólo citar algunos casos son de sobra conocidos la «Tramontana» en Cataluña y el «Cierzo» o «Moncayo» en la cuenca del Ebro, por su carácter frío y seco y su extraordinaria violencia; el «Abrego» y el «Poniente» son, por el contrario, vientos templados y húmedos, que dejan su impronta beneficiosa en la mitad occidental de la Península; no menos conocidos resultan el «Levante» o el «Leveche», que se hacen notar en la zona sureste del litoral español por su carácter húmedo y bochornoso¹⁸.

75

Con un radio de acción bastante más limitado, aunque originados también por contrastes térmicos en la superficie terrestre, se encuentran las brisas. Las brisas de montaña y de valle son vientos locales que experimentan una alternancia diaria en su dirección, de forma similar a las brisas terrestre y marina. Ambos flujos, pese a desarrollarse a una escala reducida, pueden desempeñar un papel importantísimo en las condiciones climáticas de un espacio concreto, bien sea desde el punto de vista bioclimático (confort climático), agroclimático (frecuencia e intensidad de las heladas) o sobre la contaminación atmosférica. Es sabido, por ejemplo, que los gradientes de temperatura que se establecen entre zonas urbanizadas y espacios verdes tienden a influir favorablemente mejorando las condiciones de intercambio de masas de aire¹⁹; la circulación del viento tiene una influencia decisiva sobre el medio ambiente en general, al intervenir como factor determinante en todos los procesos de interacción tierra-aire. A escala regional las componentes vertical y horizontal del viento están ligadas direc-

¹⁸ Sobre la toponimia de los vientos peninsulares, un buen resumen puede verse en FONT TULLOT, L.: *Climatología de España y Portugal*. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid, 1983, pp. 50 y ss. También cabe citar el trabajo de L.G.P.: "Vientos marinos y 'terrales' en España". S.M.N.: *Calendario Meteorofenológico*. Madrid, 1972, pp. 161-171.

¹⁹ MIESS, M.: "The climate of cities". In Laurie, I.C. (ed.): *Nature in cities* (1979), pp. 91-114.

tamente a los sistemas de presión, pero a escala local la influencia puede ser de naturaleza muy diversa; el ejemplo más claro lo constituyen las zonas industriales y las aglomeraciones urbanas, que alteran el flujo normal del aire al introducir modificaciones en la distribución espacial de las temperaturas y en la rugosidad del terreno.

Las brisas de montaña y de valle responden, por lo tanto, a gradientes de presión locales, y se explican por las diferencias de temperatura que se establecen diariamente entre las tierras elevadas y las áreas depresionarias. En las zonas de relieve acusado, con tiempo anticiclónico y aire en calma suele producirse una acumulación de aire frío y pesado en las partes más bajas con inversión térmica superficial, es decir, con temperaturas superiores en los sitios elevados. Este hecho es bien conocido en los valles con relación a las montañas y juega un papel muy importante en aquellas ciudades que, como Córdoba, se adaptan a un relieve irregular. Durante la noche, como las zonas altas tienen un enfriamiento mayor, se forman corrientes de aire frío, pegado al suelo, que se desliza como un fluido hacia el valle. Si en el camino el descenso se interrumpe se originan lagunas de aire frío con una disminución notable de la temperatura. En algunos valles y en zonas húmedas como pantanos o lagos suele producirse este fenómeno que se conoce con el nombre de efecto «pantano». Estos son los lugares típicos de formación de nieblas, manteniéndose las zonas frías más bajas que las cálidas (inversión térmica). Esta corriente de aire define perfectamente a la brisa de montaña, es decir, un viento descendente o catabático, frío y pesado, que fluye ladera abajo durante la noche y primeras horas de la mañana desde las cumbres en las que se originó. La brisa de valle es, por el contrario, un viento anabático, que procedente de las zonas más bajas asciende hasta las cumbres por una ladera que ha sido previamente recalentada por la radiación solar.

Bajo condiciones favorables la brisa catabática puede llegar a superponerse e intensificar otro tipo de flujo local intermitente conocido con el nombre de «brisa del campo». En tal situación, tanto la brisa catabática como la brisa del campo acaban fundiéndose en un mismo flujo, cuya velocidad depende básicamente de tres factores: estabilidad atmosférica, intensidad de la isla urbana de calor y desigualdades del relieve²⁰.

²⁰ CHANDLER, T.J.: *The climate of London*. Londres, Hutchinson, 1965.

Brisas de sierra y de valle en Córdoba

Sobre el viento hemos tenido ocasión de ocuparnos en la primera parte de esta obra destacando sus principales características en lo que respecta a la velocidad, dirección, variabilidad y frecuencia. Por otro lado, este elemento climático ha sido objeto de un trabajo anterior en el que tuvimos ocasión de demostrar la existencia de un régimen organizado de brisas locales basándonos en los cambios de frecuencia que experimentan las direcciones del viento desde el primero hasta el tercer cuadrantes, los cuales hacíamos corresponder, respectivamente, con la sierra y el valle²¹. No obstante, un análisis más pormenorizado de este sistema de vientos, que en el citado trabajo dejábamos apuntado únicamente, nos va a permitir completar con más detalle todo el proceso.

77

De entrada, conviene indicar que la intensidad con que se lleva a cabo el fenómeno de las brisas traduce variaciones de cierta importancia a lo largo del año, por lo demás completamente lógicas. En efecto, mientras que en determinados meses el régimen de brisas se desarrolla diariamente con absoluta nitidez, en otros se muestra mucho menos intenso, permaneciendo enmascarado por el flujo de aire característico y predominante de la zona y/o del momento. Es lo que puede comprobarse en los gráficos adjuntos, en los que hemos representado la frecuencia diaria que mantiene el viento a lo largo de los doce meses del año en cada uno de los cuatro cuadrantes a las 0'6 horas, 12 horas y 18 horas (GMT). De acuerdo con dicho esquema, son varios los aspectos que conviene destacar.

En primer lugar, dentro de la variabilidad que presenta el viento a lo largo del año, los flujos del tercer cuadrante (S-WSW) son los que dominan en el transcurso del día durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio y octubre, con un máximo de frecuencia comprendido entre las 12 horas y las 18 horas (GMT).

Este predominio de los vientos del tercer cuadrante únicamente se ve interrumpido durante los meses propiamente estiva-

²¹ DOMÍNGUEZ BASCÓN, P.: "Análisis del viento en Córdoba". *Axerquia*, nº 5 (1982), pp. 209-240.

les (julio, agosto y septiembre), a lo largo de los cuales los flujos provenientes del cuarto cuadrante (W-NNW) pasan a tener una mayor frecuencia desde las 12 horas hasta las 18 horas (GMT).

De acuerdo con los dos puntos anteriores, podemos deducir que a lo largo de los mencionados meses, y especialmente durante la etapa más cálida del año —de mayo a septiembre—, el calentamiento y la consiguiente expansión vertical del aire es el elemento que justifica el predominio de los vientos de valle o ascendentes (anabáticos), formados como consecuencia del superior calentamiento de las laderas de la sierra cuya orientación es precisamente hacia el sur.

En teoría estos vientos ascendentes deberían alimentar una corriente de retorno nocturna, pero, como se puede ver en los citados gráficos, a lo largo del día dicha corriente (vientos del primer cuadrante) nunca llega a resultar nítida, esto es, dominante, sino que queda enmascarada por la mayor importancia que adquieren los vientos ascendentes ligados al calentamiento de las laderas y del fondo de valle. De hecho, tanto en el caso de los vientos del tercero como del cuarto cuadrante la frecuencia más baja tiene lugar entre las 0'6 horas y las 12 horas (GMT), período durante el cual son los flujos del primer cuadrante (N-ENE) los que registran invariablemente un aumento de frecuencia, que, como hemos dicho, en los mencionados meses permanece enmascarada por el protagonismo de las demás componentes.

Por consiguiente, únicamente durante los meses de noviembre, diciembre y enero el aumento de frecuencia de los vientos del primer cuadrante no resulta afectado por ningún otro flujo, y por ello entre las 0'6 horas y las 12 horas (GMT) son estos vientos los que dominan con absoluta nitidez. A efectos prácticos ello significa que a lo largo de la etapa propiamente invernal, a partir de la caída de la noche el aire frío y más denso de los niveles superiores comienza a hundirse hacia la depresión y el valle, fenómeno que queda perfectamente detectado por el protagonismo que alcanzan los vientos del primer cuadrante desde la madrugada hasta el mediodía. Con posterioridad el flujo se va debilitando de forma progresiva hasta quedar desvirtuado por las restantes componentes.

Así pues, el protagonismo de la circulación regional se pone claramente de manifiesto a lo largo de la mayor parte del año dificultando el normal desarrollo de los flujos locales incluso en las horas más propicias de la madrugada. Este esquema únicamente desaparece durante los meses de noviembre, diciembre y enero

cuando la energía solar es insuficiente y las inversiones de temperatura persisten durante buena parte del día, a menudo intensificadas por la presencia de una capa de niebla que limita aún más la insolación. Entonces, la brisa de montaña, muy probablemente mezclada con la brisa del campo, adquiere todo su protagonismo y afecta fundamentalmente a la periferia norte de Córdoba. En los restantes sectores de la ciudad no se recibe tan directamente este flujo de aire frío, sino más bien una corriente suave procedente de la brisa del campo, un flujo característicamente intermitente que suele tener una periodicidad aproximada de 1'5 a 2 horas²².

En definitiva, se puede decir que las brisas se hacen notar siempre y cuando lo permite la circulación atmosférica regional, lo que se corresponde básicamente con una situación anticiclónica y viento escaso o nulo. Cuanto más intensa sea la circulación regional, menor posibilidad habrá de que funcionen estos flujos intermitentes, ya que quedan barridos por una corriente a mayor escala. En este sentido, tras analizar de manera conjunta los cambios que experimenta el viento en su dirección y velocidad²³, hemos llegado a la conclusión de que a partir de velocidades comprendidas entre 30-35 km/h, lo que se correspondería aproximadamente con vientos «tendidos», la brisa local es difícil que pueda llegar a formarse. Lo que ocurre, sin embargo, es que en la capital cordobesa la circulación atmosférica no suele concretarse bajo la forma de este tipo de vientos relativamente fuertes, sino más bien de intensidad moderada o débil. El habitante de Córdoba está habituado a otra clase de flujos más suaves que son los que caracterizan los prolongados períodos anticiclónicos; en verano, sobre todo, estas situaciones meteorológicas posibilitan como contrapartida que durante la fase menos calurosa del día, esto es, desde la medianoche hasta las primeras horas de la mañana, funcione con frecuencia un sistema de brisas de sierra que hace más soportables los rigores térmicos de la jornada.

79

²² DEREK ELSON: *La contaminación atmosférica*. Madrid, Ed. Catedra, 1990; p. 37.

²³ DOMÍNGUEZ BASCÓN, P.: "Análisis del viento en Córdoba". *Opus cit.*

Cuadro 14

FRECUENCIA DE LAS DIRECCIONES DEL VIENTO SOBRE LAS OBSERVACIONES CON VIENTO (DESCONTADAS LAS CALMAS)

	1º CUADRANTE			2º CUADRANTE			3º CUADRANTE			4º CUADRANTE		
	06 h	12 h	18 h	06 h	12 h	18 h	06 h	12 h	18 h	06 h	12 h	18 h
EN	18,3	40,2	24,6	23,3	25,0	6,1	38,4	22,2	45,7	20,1	12,5	23,4
FE	18,8	28,6	6,3	10,9	20,6	9,4	51,5	34,9	64,5	18,7	15,9	19,8
MA	16,7	25,7	7,5	11,7	22,1	2,2	48,3	32,1	49,6	23,3	20,0	40,6
AB	10,6	21,8	13,0	19,7	19,5	3,4	46,5	38,4	57,5	23,2	20,2	26,0
MY	8,2	11,4	6,0	8,2	10,7	4,2	61,2	47,0	60,2	22,4	30,9	29,5
JN	8,3	16,5	3,1	2,8	9,8	2,5	69,4	44,4	67,6	19,4	29,3	26,7
JL	4,3	24,4	1,8	17,3	6,7	3,0	61,0	27,7	46,9	17,3	41,1	48,2
AG	5,0	27,8	4,2	20,0	5,8	1,8	55,0	27,0	36,9	20,0	39,4	57,0
SP	17,4	25,2	4,0	13,0	10,0	2,1	34,7	37,8	39,4	34,8	26,9	54,5
OC	14,6	25,8	12,1	24,4	30,5	4,5	31,7	32,8	54,8	29,3	10,9	28,6
NV	11,4	32,8	29,7	45,7	46,0	6,3	22,8	10,9	32,8	20,0	10,2	31,2
DC	29,1	44,0	27,6	30,6	28,4	7,9	33,8	23,4	48,7	6,4	4,2	15,7

80

Fig. 11.1 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas) ENERO

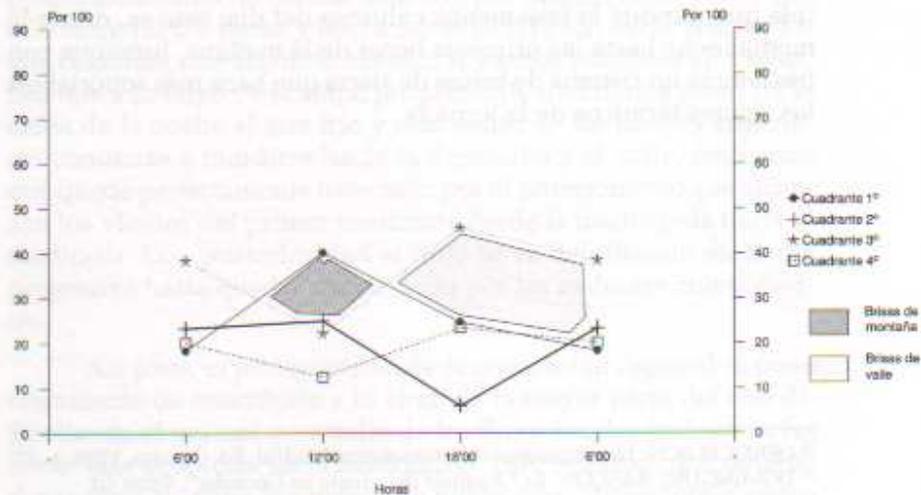
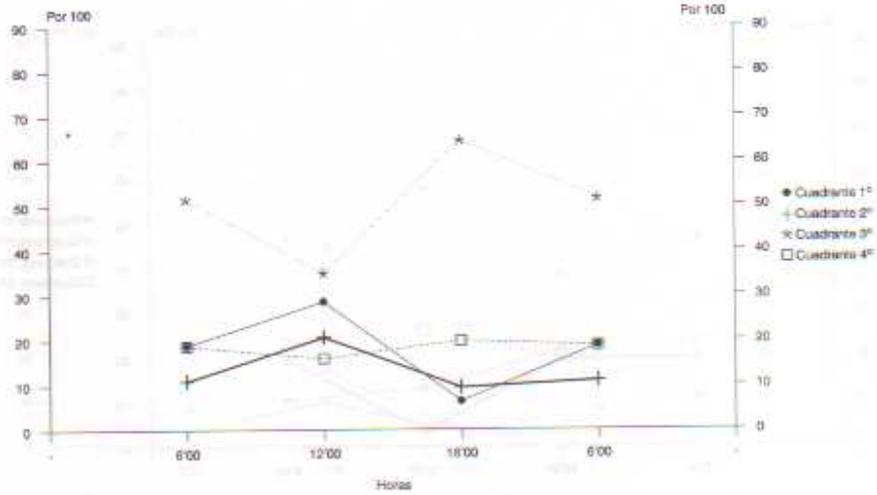


Fig. 11.2 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas) FEBRERO



81

Fig. 11.3 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas) MARZO

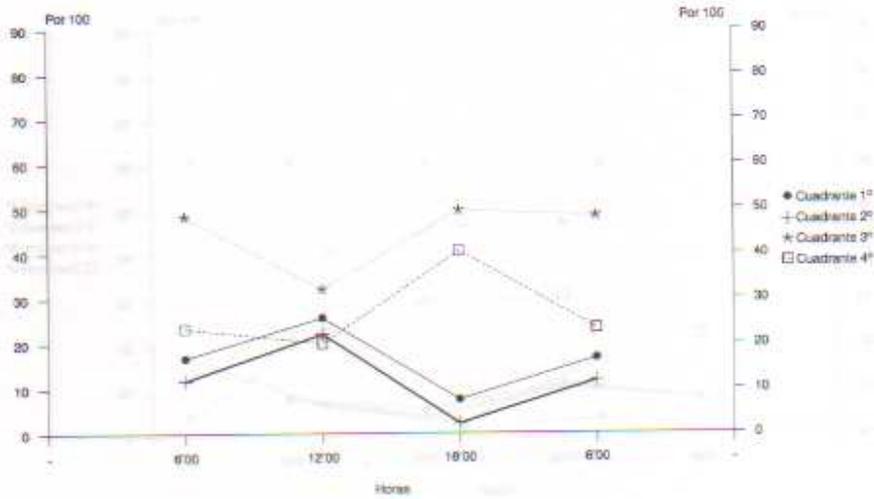


Fig. 11.4 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas) ABRIL.

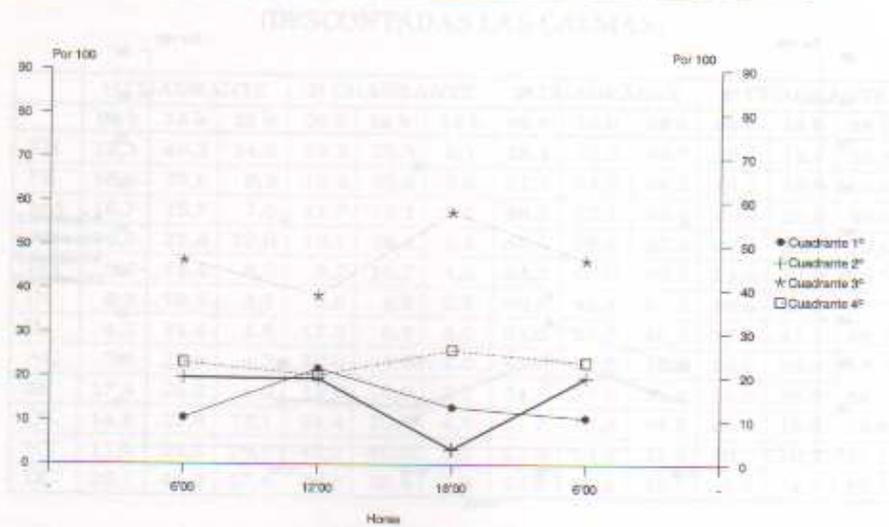


Fig. 11.5 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas) MAYO

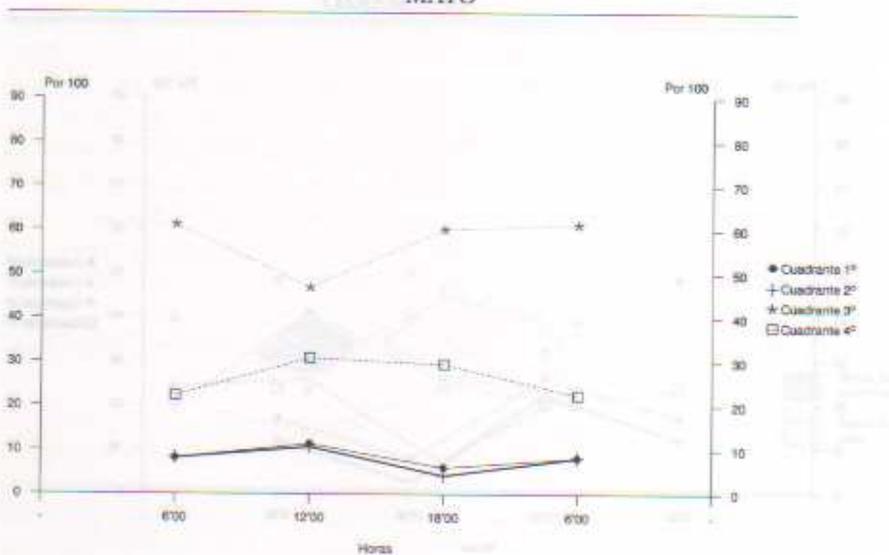
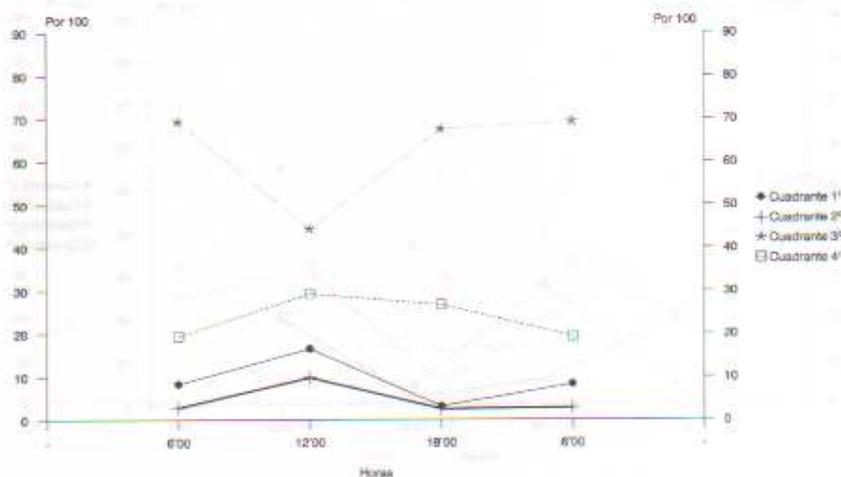


Fig. 11.6 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas)
JUNIO



83

Fig. 11.7 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas)
JULIO

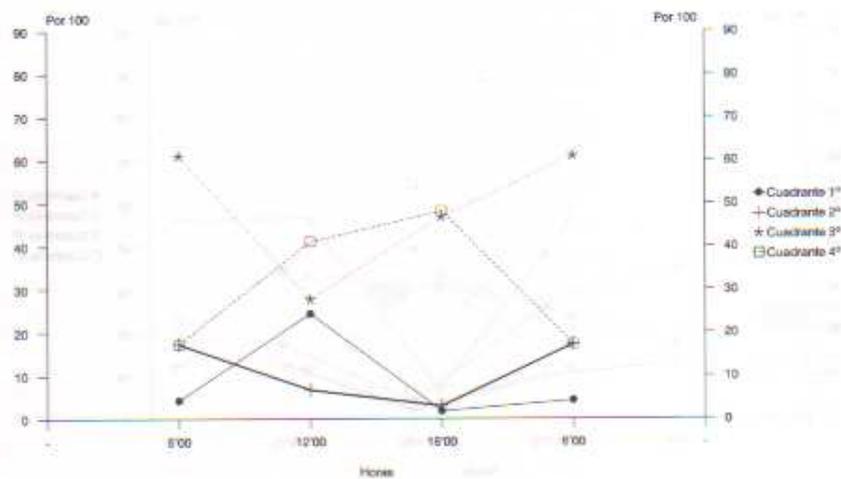


Fig. 11.8 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas)
AGOSTO

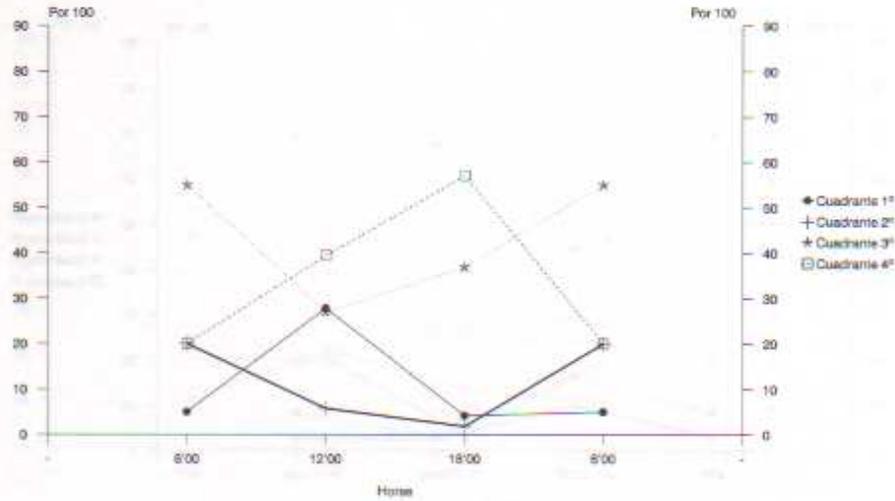


Fig. 11.9 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas)
SEPTIEMBRE

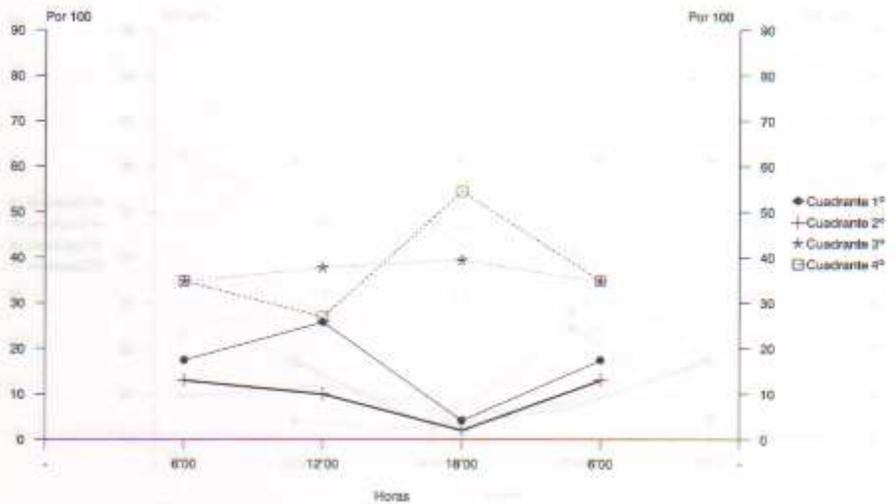
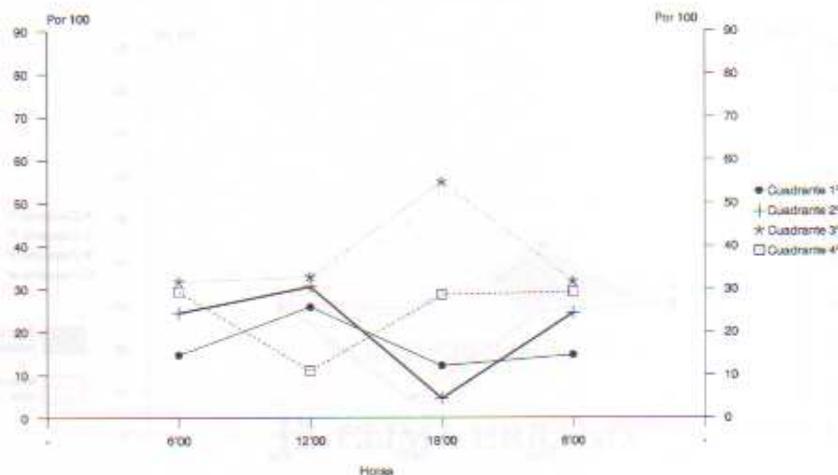


Fig. 11.10 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas) OCTUBRE



85

Fig. 11.11 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas) NOVIEMBRE

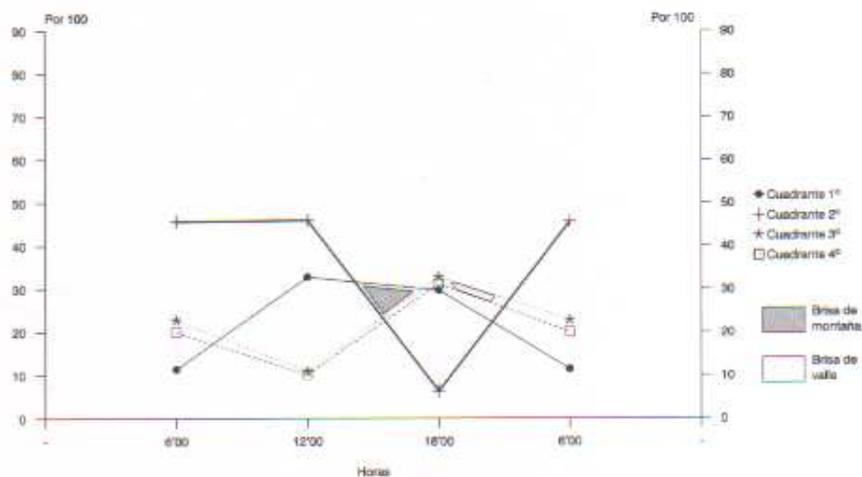
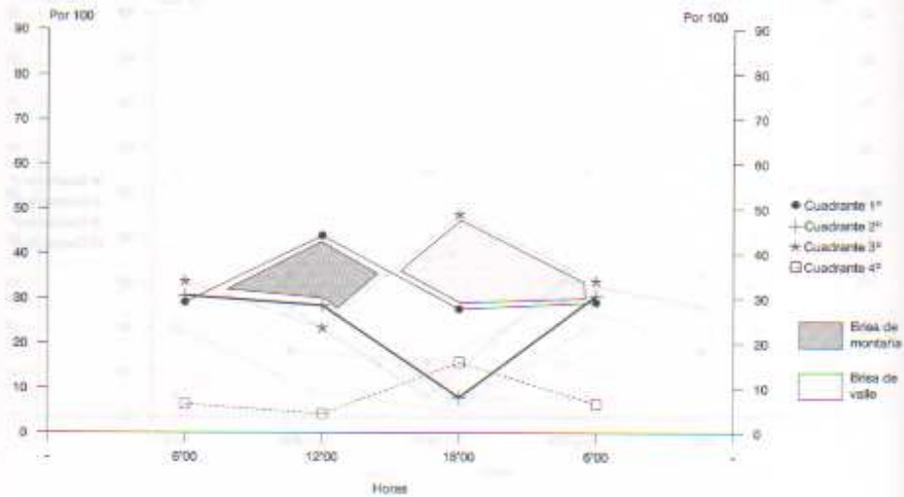


Fig. 11.12 Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas) DICIEMBRE



86

Fig. 11.2 ...



PARTE SEGUNDA

EL CLIMA URBANO

CAPÍTULO III

LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS EN EL MEDIO URBANO

Este capítulo trata de los elementos climáticos en el medio urbano, es decir, de los factores que influyen en el clima de las ciudades. Se analizan los efectos de la morfología urbana, la vegetación, el agua y los edificios en el clima local. Se describen los tipos de clima urbano y se discuten las estrategias para mejorar el medio ambiente urbano.

Introducción

En las ciudades el clima está determinado en buena medida por el hombre. Las características distintivas del clima urbano están determinadas básicamente por la acción combinada de cinco elementos. En primer lugar, por la estructura y morfología urbanas, con numerosos edificios más o menos elevados que acentúan las asperezas de la superficie y ejercen una considerable influencia en el movimiento del aire. En segundo lugar, por el aporte suplementario de energía causado por la producción directa de calor por combustión y por el desprendimiento gradual del calor acumulado durante el día en los edificios. El tercer factor lo constituye la presencia de un suelo asfaltado, y por lo tanto impermeable, que implica la desaparición rápida de las precipitaciones a través de las redes de alcantarillado. En cuarto lugar influye la alarmante escasez de zonas verdes en el interior de la ciudad. Y en quinto y último lugar interviene decisivamente la considerable cantidad de impurezas que se concentran en la atmósfera urbana, desde partículas en suspensión producidas directamente por las actividades humanas, hasta monóxido de carbono y derivados generados fundamentalmente por la combustión incompleta de gasolinas y diésel, pasando por el dióxido de azufre producido por las calefacciones y fuegos domésticos, industrias, centrales térmicas, y finalizando con la contaminación bacteriológica, muy importante en las ciudades sobre todo cuando existen plantas de reciclaje de basuras, crematorios, etc.

Todos estos elementos intervienen de forma conjunta alterando las condiciones climáticas en los núcleos urbanos. Significativamente, a la incidencia de estos factores sobre los elementos del clima se le denomina con bastante propiedad «contaminación climatológica», porque a fin de cuentas se trata de una verdadera

contaminación. De estos aspectos nos vamos a ocupar en las páginas que siguen a continuación.

92

1.- Temperatura. La isla urbana de calor

1.1.- Metodología

Para confeccionar este capítulo hemos llevado a cabo múltiples mediciones con termómetros automáticos modelos Crison T-637 y Hanna. En total hemos efectuado más de un centenar de recorridos (véase apéndice 3), la mayoría de ellos completos, es decir, de mañana, tarde y noche durante los años 1986, 1987, 1992, 1993, 1994 y 1995. Los itinerarios seguidos han sido cuatro, que interesan radialmente el área urbana y periurbana de acuerdo con el esquema que aparece reflejado en el mapa 1. La descripción exacta de cada recorrido es la siguiente.

Trayecto Norte-Sur: *Mirador (sierra) - cortijo «El Progreso» (valle del Guadalquivir)*. La longitud aproximada de este trayecto es de 10 kilómetros, y en él hemos establecido los siguientes ocho puntos de observación: Mirador, Cerrillo, Camping municipal, plaza de San Nicolás, Puente Nuevo, Avenida de Granada, Barriada del Cerro y cortijo El Progreso.

Trayecto Este-Oeste: Alcolea de Córdoba – Barriada de la Golondrina. Se trata del recorrido más largo con cerca de 18 kilómetros de longitud y nueve puntos de observación: Alcolea de Córdoba, estación de servicio «San Carlos», Hiper, Torre Malmuerta, Plaza de las Tendillas, Hotel Meliá, Westinghouse, Barriada Felipa y Barriada de la Golondrina.

Trayecto Noreste-Suroeste: Club Asland – Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). A pesar de ser más corto que los anteriores (aproximadamente 7 kilómetros) es el que presenta más puntos de observación, once en total, por el hecho de atravesar gran parte del casco histórico; los puntos elegidos han sido los siguientes: club Asland, fábrica de Cementos Asland,

Mapa 1

Área urbana de Córdoba. Itinerarios:

N-S (Mirador-Cortijo «El Progreso»);

E-W (Alcolea de Córdoba- Golondrina);

NE-SW (Asland-INIA);

NW-SE (Albaida-Avda. Virgen del Mar).



Hospital Militar, Plaza del Corazón de María, Plaza de San Lorenzo, Plaza de San Andrés, Compás de San Francisco, Instituto de Bachillerato «Séneca», Parque Cruz Conde, Facultad de Medicina e Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA).

Trayecto Noroeste-Sureste: Barriada Albaida - Avenida Virgen del Mar. La longitud aproximada es de 5 kilómetros, con los siguientes nueve puntos de observación: Barriada de la Albaida, Barriada de las Moreras, Jardines de la Agricultura, Plaza de Don Gome, Buen Suceso, Plaza de la Magdalena, Plaza de la Hispanidad, Plaza del Duque de Ahumada y Avenida Virgen del Mar²⁴.

1.2.- La isla de calor de Córdoba. Aspectos generales

En el balance calorífico urbano predomina de forma notable el calor sensible frente al calor latente, debido a la ausencia casi total de evapotranspiración, excepto en parques y jardines. La mayor parte de la radiación solar incidente es transformada en calor aumentando la temperatura, lo que conlleva un reforzamiento del clima que adquiere ciertos rasgos distintivos en relación con las condiciones que imperan en el espacio rural circundante. Uno de los elementos que manifiesta con mayor nitidez la presencia del medio urbano es la temperatura. Cuando se produce una modificación en la cubierta terrestre se introducen automáticamente alteraciones en la temperatura del aire al actuar sobre el balance energético. La importancia, mayor o menor, de este foco de calor

²⁴ Hemos de señalar que a lo largo de la fase de realización de este trabajo algunos de los puntos de los trayectos han sufrido un cambio de denominación.

depende de la extensión del área construida, de su configuración y de la existencia de otras fuentes de calor dentro del espacio urbano. En las ciudades esta acumulación de energía influye en la distribución de las temperaturas, produciendo como efecto más interesante la llamada «isla de calor» o «isla térmica», dentro de la cual las características termodinámicas son completamente diferentes de la atmósfera circundante.

El clima urbano de Córdoba, y en concreto la isla de calor, están determinados tanto por el tamaño de la ciudad cuanto sobre todo por su particular emplazamiento y morfología interna. Desde un punto de vista dimensional, hay que subrayar que se trata de una ciudad de tamaño intermedio situada en el interior de la región andaluza, que ocupa una superficie ligeramente superior a 35,5 km² y concentra una población cercana a los 300.000 habitantes. Estas características dimensionales son por sí solas más que suficientes para justificar cualquier alteración climática. Sin embargo, las alteraciones del clima regional que provoca un núcleo de población de este tamaño se encuentran además directamente influidas por la presencia de otros dos factores que, de algún modo, terminan confiriéndole una cierta originalidad al clima urbano de Córdoba. Estos factores son, por un lado, el emplazamiento de la ciudad en pleno valle del Guadalquivir, entre las escarpadas pendientes de sierra Morena al norte y la suave topografía de la campiña al sur. Y por otro lado, la morfología urbana, en la que destaca una clara pervivencia del urbanismo hispanomusulmán reflejado en la existencia de un viario irregular, esto es, de trazado tortuoso, quebrado y estrecho, parcialmente modificado a partir de las reformas emprendidas desde la segunda mitad del siglo XIX; este diseño urbanístico no afecta por igual a todo el núcleo de población, y como tendremos ocasión de comprobar, esta circunstancia se hará notar también desde el punto de vista microclimático.

1.3.- Frecuencia e intensidad diaria y estacional de la isla de calor

En Córdoba la isla de calor dibuja diariamente una curva sinusoidal con dos máximos, uno al comienzo de la mañana y otro cuatro o cinco horas después de la puesta del sol. El mínimo coincide invariablemente con el mediodía. Precisando un poco más, durante la noche las diferencias de temperatura entre la ciudad y el extrarradio son ligeramente más intensas que por la mañana, de hecho el récord máximo de amplitud térmica urbano-rural lo hemos registrado en horas nocturnas con una intensidad de 8,1°C; este valor, por otro lado, es un grado centígrado más elevado que el que se obtiene aplicando la conocida fórmula de Oke y Hannell (1974) para calcular la intensidad máxima de la isla de calor:

$$\Delta T(u-r)_{\text{máx}} = 2,01 \times \log P - 4,06 \text{ (en ciudades europeas);}$$

donde P es la población de la ciudad.

El ritmo térmico diario presenta muy pocas variaciones al cabo del año. En verano, invierno y otoño —en esta última estación en menor medida— a partir de la medianoche la intensidad de la isla térmica suele quedar comprendida por término medio entre cuatro y cinco grados centígrados. En primavera se percibe un ligero reforzamiento, de suerte que además de los valores citados también alcanzan un cierto protagonismo las intensidades comprendidas entre cinco y seis grados centígrados.

En relación con la noche, en las primeras horas de la mañana se aprecia con frecuencia un debilitamiento muy suave de la isla de calor, más patente también durante los solsticios de verano e invierno; en otoño y primavera no hemos llegado a observar este mismo fenómeno, de manera que la intensidad continúa superando periódicamente los cuatro grados centígrados.

Los menores contrastes de temperatura entre la ciudad y el campo tienen lugar siempre al comienzo de la tarde, cualquiera que sea la estación del año. A esta hora del día la intensidad de la isla de calor raras veces llega a superar los dos grados centígrados; incluso es muy frecuente que el contraste térmico sea completamente nulo; una tercera situación, aparentemente más contradictoria, se presenta cuando el núcleo urbano permanece durante un

corto espacio de tiempo más frío que el extrarradio, esta situación resulta también bastante habitual como tendremos ocasión de comprobar más adelante.

La intensidad de la isla de calor depende directamente de las condiciones meteorológicas. Las máximas diferencias se verifican siempre cuando el aire está en calma y el cielo despejado, es decir, en situación anticiclónica. En el caso del viento, algunos autores como Oke y Hannell han establecido una relación empírica entre la intensidad de la isla de calor, la velocidad del viento y el tamaño del núcleo urbano, proponiendo la siguiente fórmula para calcular la velocidad límite a partir de la cual deja de manifestarse el fenómeno $U = 3,4 \times \log P - 11,6^{25}$; donde P es la población de la ciudad y U la velocidad crítica del viento. Si aplicamos esta función al caso concreto de Córdoba se obtiene una velocidad límite de 7,1 metros por segundo (25,6 Km/h), por encima de la cual la isla de calor comienza a debilitarse de forma progresiva. No obstante, debemos recordar que esta clase de vientos «*tendidos*» no son demasiado frecuentes en la capital cordobesa, según hemos tenido ocasión de comprobar en el primer capítulo, de manera que la isla de calor no debe resultar excesivamente afectada por esta circunstancia.

97

Cuadro 15

**INTENSIDAD DE LA ISLA DE CALOR DE CORDOBA.
CENTRO URBANO - PERIFERIA VALLE/CAMPIÑA (%)**

	PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO		
	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche	Mañana	Tarde	Noche
Débil ($< 2^{\circ}\text{C}$)	12	89	20	41	96	29	30	91	18	31	95	13
Moderada ($2^{\circ} - 4^{\circ}\text{C}$)	62	11	31	45	4	48	51	9	46	51	5	45
Fuerte ($4^{\circ} - 6^{\circ}\text{C}$)	20	-	39	14	-	19	16	-	31	13	-	33
Muy fuerte ($> 6^{\circ}\text{C}$)	6	-	10	-	-	4	3	-	5	5	-	9

²⁵ LÓPEZ GÓMEZ, A.: "El clima de las ciudades". *Arbor*, 474 (1985), pp. 13-32.

Fig. 12.1 Intensidad de la isla de calor de Córdoba (%)
PRIMAVERA

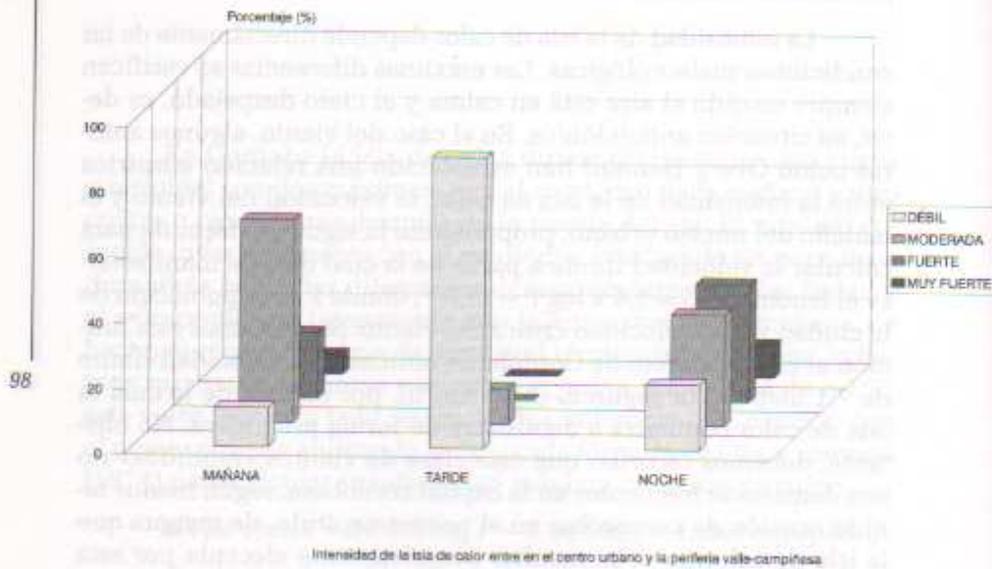


Fig. 12.2 Intensidad de la isla de calor de Córdoba (%)
OTOÑO

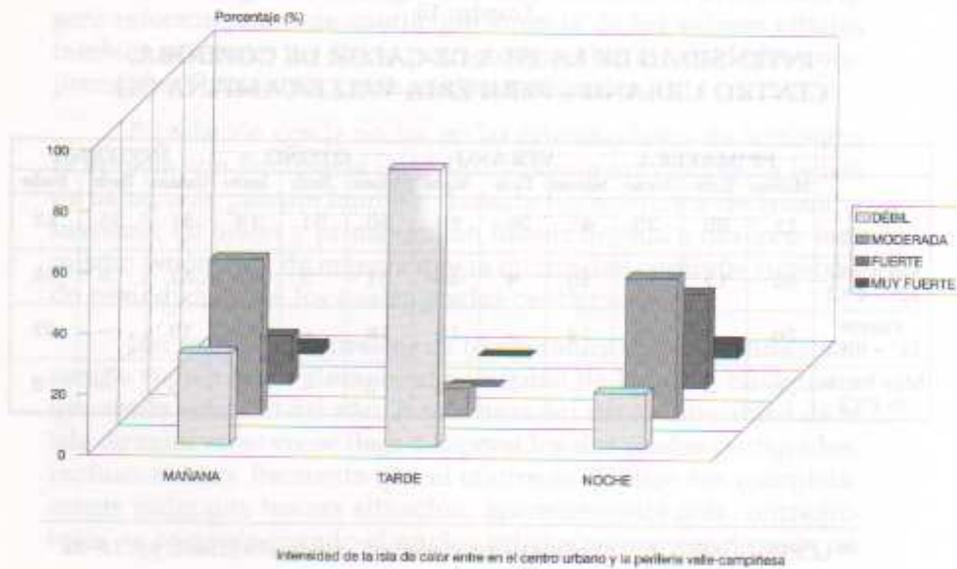
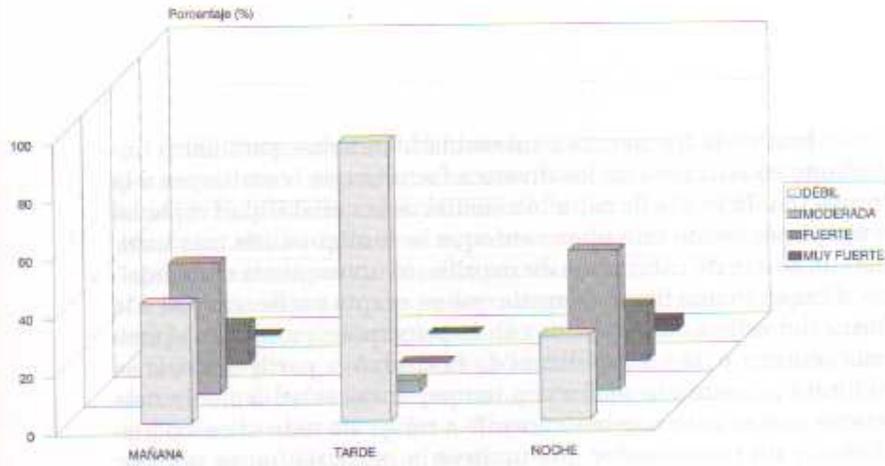
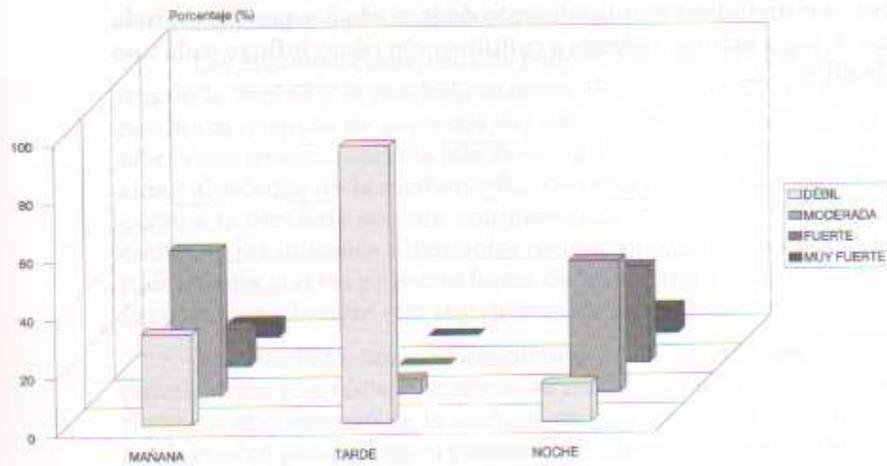


Fig. 12.3 Intensidad de la isla de calor de Córdoba (%)
VERANO



Intensidad de la isla de calor entre en el centro urbano y la periferia valle-campesina

Fig. 12.4 Intensidad de la isla de calor de Córdoba (%)
INVIERNO



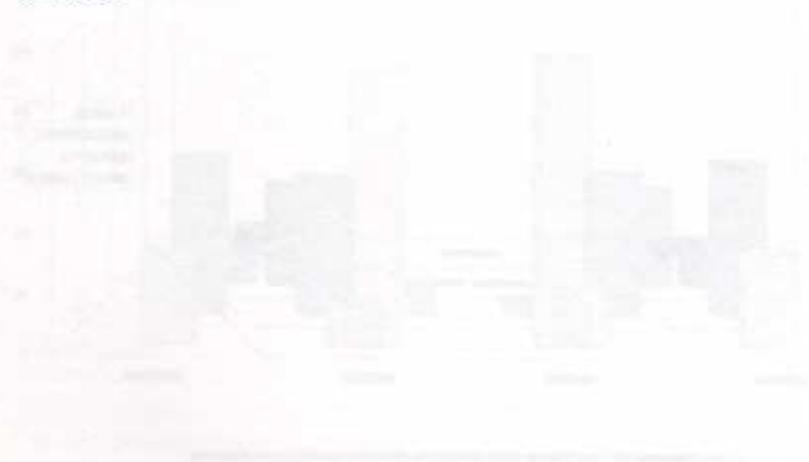
Intensidad de la isla de calor entre en el centro urbano y la periferia valle-campesina

1.4.- Variabilidad espacio-temporal

100

Junto a la frecuencia e intensidad, un tercer parámetro importante en relación con los diversos factores que contribuyen a la formación de la isla de calor lo constituye la variabilidad espacial y temporal. Desde este nuevo enfoque la configuración más habitual de la isla de calor pone de manifiesto un esquema concéntrico, dibujando una figura alargada que se adapta perfectamente a la forma del valle, con un núcleo cálido principal circunscrito al área más céntrica y de mayor altitud de la ciudad, a partir del cual se delimita un segundo sector con temperaturas relativamente más suaves que se extiende básicamente a través de todo el casco histórico, y un tercer sector que incluye la periferia, tanto interior como exterior, en donde se aprecia un nuevo descenso de la temperatura.

Ahora bien, un aspecto importante que conviene tener muy en cuenta es que el gradiente térmico centro-periferia que acabamos de establecer dista mucho de ser uniforme, por el contrario presenta irregularidades bastante significativas que a mi modo de ver, y tras las múltiples observaciones llevadas a cabo, tienen relación fundamentalmente con la acción combinada de dos factores: por un lado el emplazamiento de la ciudad, y por otro lado la morfología urbana. Veamos a continuación cómo influye cada uno de ellos.



1.4.1.- Influencia del emplazamiento de la ciudad

El clima urbano de Córdoba difícilmente puede entenderse por completo si no se tiene en cuenta la situación geográfica de la ciudad. Emplazada, como hemos dicho, en pleno valle del Guadalquivir, a caballo entre el escarpe rocoso de sierra Morena y la suave topografía de la campiña, este peculiar enclave llega a ser un factor importantísimo para poder entender las variaciones espacio-temporales que presenta la isla de calor. De entrada determina una división espacial del gradiente térmico horizontal en dos sectores netamente diferenciados: por una parte la periferia norte, y por otra la periferia valle-campiñesa. El primer sector se extiende entre el núcleo de población y el piedemonte de la sierra. El segundo lo hace entre la propia ciudad y el área periurbana que se prolonga en dirección sur, este y oeste.

101

Núcleo urbano-periferia norte. En este sector periurbano el gradiente térmico viene determinado básicamente por dos circunstancias: la elevada topografía del terreno, con unas pendientes más acusadas, y la más directa exposición a los rayos solares, dado que presenta una clara orientación hacia el sur. Ambos factores se hallan en la base de las irregularidades microclimáticas que se observan en este espacio de acuerdo con el siguiente esquema.

Las máximas diferencias de temperatura entre el núcleo central de la ciudad y la periferia exterior, tienen lugar siempre algunas horas después de la puesta del sol en todas las estaciones del año. Visto de otro modo la isla de calor alcanza su máxima intensidad alrededor de la medianoche, con una diferencia media respecto a la periferia serrana comprendida entre 3°C y 6°C. Por el contrario las mínimas diferencias de temperatura coinciden invariablemente con las primeras horas de la mañana y sobre todo con la tarde, casi siempre con registros inferiores a 3°C.

Por otro lado, como consecuencia de las inversiones de temperatura que con tanta frecuencia se establecen en este sector periurbano al comienzo de la mañana en primavera, otoño e invierno, la ciudad puede llegar a permanecer durante un tiempo incluso más fría que la sierra. Este fenómeno carecería de importancia si no fuera por el gradiente térmico tan irregular que se establece en

tales casos, sobre lo cual me parece oportuno llamar la atención en este momento porque constituye un fenómeno característico y exclusivo de este espacio periurbano con importantes repercusiones a escala microclimática.

Efectivamente, cuando se origina una inversión térmica, el área menos favorecida desde el punto de vista microclimático no es la ciudad ni tampoco el extremo norte de la sierra, sino fundamentalmente una franja intermedia de terreno comprendida entre ambos límites que se extiende entre el Camping municipal y el Cerrillo, es decir, en buena medida el espacio correspondiente a la barriada residencial de El Brillante. Ante una situación sinóptica determinada por un tipo de tiempo frío y estable propio de régimen anticiclónico, este sector de la ciudad se mantiene en todo momento como un área de acumulación de aire frío y húmedo perfectamente diferenciada, ya que contrasta por su extremo norte con los máximos valores termométricos de la sierra producto de la inversión, y por su extremo sur con otro sector más cálido representado por la isla de calor urbano. Este esquema tan particular del gradiente térmico suele observarse, como hemos comentado, en primavera, otoño e invierno y únicamente se registra en esta periferia norte de la ciudad.

Núcleo urbano – periferia valle/campiñesa. En este segundo sector periurbano el ritmo térmico difiere sensiblemente del que acabamos de ver. Ante todo es mucho más regular, aun cuando también se advierten algunas coincidencias. Las máximas diferencias de temperatura entre el núcleo urbano y el extrarradio se alcanzan siempre durante la noche, lo mismo que en el anterior sector, si bien con una intensidad algo más baja comprendida entre 2°C y 4°C. Sin embargo no existe ninguna similitud en lo que respecta a los contrastes mínimos, ya que si en el sector norte tenían lugar al comienzo de la mañana y por la tarde, en la periferia valle-campiñesa se registran siempre al comienzo de la tarde.

1.4.2.- La morfología urbana. El papel del río Guadalquivir

Considerando la división espacial que presenta la isla de calor urbano en función del gradiente térmico horizontal, la cuestión que se plantea de inmediato es saber por dónde discurre el límite de separación entre ambos sectores, y si además se trata de un límite imaginario o por el contrario coincidente con algún elemento físico del terreno.

Pues bien, de acuerdo con las observaciones termométricas que hemos llevado a cabo, estamos en condiciones de afirmar que la división de la isla de calor se establece casi siempre a partir de un límite en absoluto imaginario sino real, representado por el cauce del río Guadalquivir. En ocasiones hemos podido observar que el límite de separación se desplaza ligeramente y se sitúa algo más al sur, aproximadamente a la altura de la avenida de Granada, sin embargo este esquema es poco menos que anecdótico comparado con el primero. En cualquier caso es conveniente apuntar que para poder observar el fenómeno con detalle las condiciones más favorables se producen al comienzo de la mañana y/o a la caída de la noche, por la tarde la delimitación suele ser tan suave que muchas veces ni siquiera se percibe a causa del débil gradiente que se establece entre el núcleo urbano y el extrarradio.

Ahora bien, la división de la isla de calor no está provocada única y exclusivamente por la presencia del río, sino además, y sobre todo, por el hecho de que el propio cauce fluvial sirve a su vez como límite de separación entre dos sectores urbanos morfológicamente distintos. Uno se extiende por la margen derecha del río, con un volumen edificado realmente importante y una trama urbana en gran parte heredada de la época hispanomusulmana. El otro lo hace por la margen izquierda, en dirección sur-suroeste, y presenta un volumen edificado considerablemente más reducido que reproduce una trama urbana distinta surgida de una planificación más reciente.

2.- Isla de Calor. Perfiles Urbanos

104

Así pues, el correcto conocimiento del clima urbano de Córdoba y, por ende, de las variaciones espacio-temporales que presenta la isla de calor, exige tener en cuenta dos aspectos fundamentales. En primer lugar el relieve circundante, que hace posible la existencia de brisas locales y facilita la formación de inversiones de temperatura. Y en segundo lugar el río Guadalquivir, cuyo cauce delimita dos sectores urbanos morfológicamente distintos. En los perfiles térmicos que vamos a ver a continuación y en los mapas de isotermas reales que analizaremos después, podrán comprobarse con detalle estos y otros aspectos microclimáticos que posibilitan una visión más completa de las pulsaciones térmicas de la ciudad.

2.1.-Perfiles diurnos con tiempo estable. Mañana

En líneas generales, en las primeras horas de la mañana la isla de calor reproduce con bastante fidelidad el doble esquema espacial que hemos comentado, tal como queda de manifiesto en los gráficos adjuntos (figuras 13.1 a 13.4) en los que hemos representado un conjunto compuesto por veintidós perfiles térmicos distintos, elaborados a partir de los correspondientes recorridos urbanos, llevados a cabo en diferentes épocas del año y en cuatro direcciones: norte-sur, oeste-este, noreste-suroeste y noroeste-sureste. Como se puede ver, los cuatro trayectos presentan en prin-

cipio más puntos en común que diferencias de importancia, a excepción del primero.

En efecto, a lo largo de un recorrido en sentido norte-sur suelen delimitarse como mínimo cuatro tramos espaciales distintos con un comportamiento microclimático parcialmente diferente. De forma resumida, los aspectos más relevantes de cada uno son los siguientes.

El primer tramo, que casi siempre queda comprendido entre el Mirador y el Cerrillo, se caracteriza por ser la zona de inversión propiamente dicha, es decir, el límite a partir del cual comienza a invertirse el gradiente.

El segundo tramo se extiende desde el Cerrillo hasta el Camping municipal. En ocasiones este sector también actúa como límite a partir del cual se inicia la capa de inversión, en tales casos lógicamente apenas se diferencia del tramo primero. Sin embargo lo normal es que no funcione de tal modo sino fundamentalmente como una zona de acumulación de aire frío y húmedo situada en el límite norte de la isla de calor urbano.

105

Fig. 13.1 Primavera-Otoño. Isla de calor diurna (Mañana) Trayecto N-S

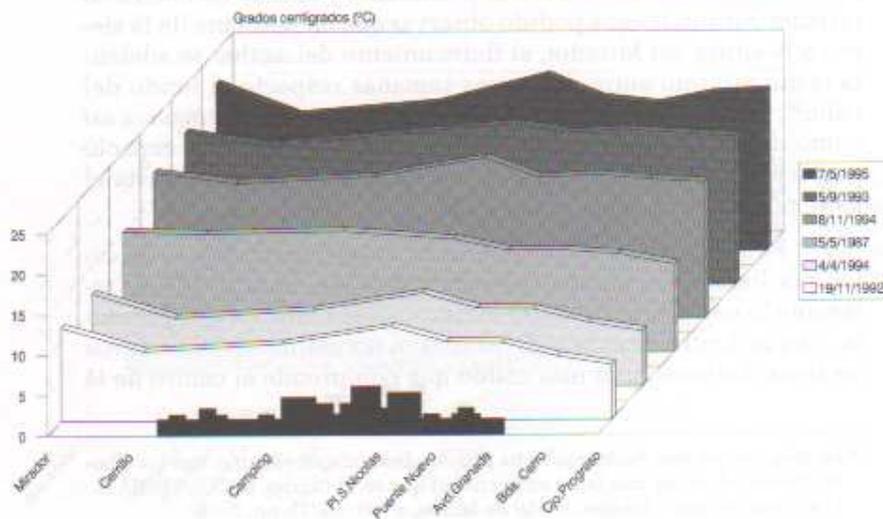
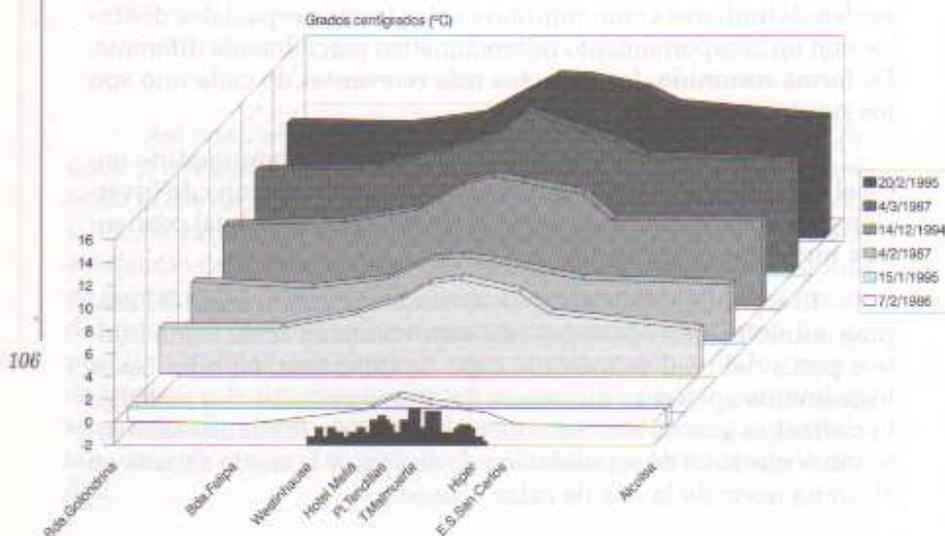


Fig. 13.2 Invierno. Isla de calor diurna (Mañana)
Trayecto W-E



En relación con los dos puntos anteriores hemos de destacar un fenómeno interesante que confirma plenamente lo que estamos comentando. Como consecuencia de las inversiones de temperatura que se registran en este sector periurbano y debido también a su orientación sur, hemos podido observar que en la solana de la sierra, a la altura del Mirador, el florecimiento del azahar se adelanta como mínimo entre dos y tres semanas respecto al fondo del valle²⁶, lo cual significa un adelanto importante de la primavera así como de los niveles de alérgenos producidos en este espacio periurbano, que posteriormente pueden ser arrastrados hasta el valle por las corrientes de aire.

El tercer tramo se localiza ya en el interior de la isla de calor, por lo tanto en pleno núcleo de población. El aspecto más relevante lo constituye la escasa homogeneidad térmica que presenta, ya que dentro de él se individualizan normalmente dos nuevos sectores distintos, uno más cálido que comprende el centro de la

²⁶ En relación con este fenómeno se ha podido observar, por ejemplo, que los árboles frutales florecen más tarde en la ciudad que en el campo. ESCOURROU, G.: "Le climat urbain", *Images du Val de Marne*, n° 20 (1977), pp. 7-26.

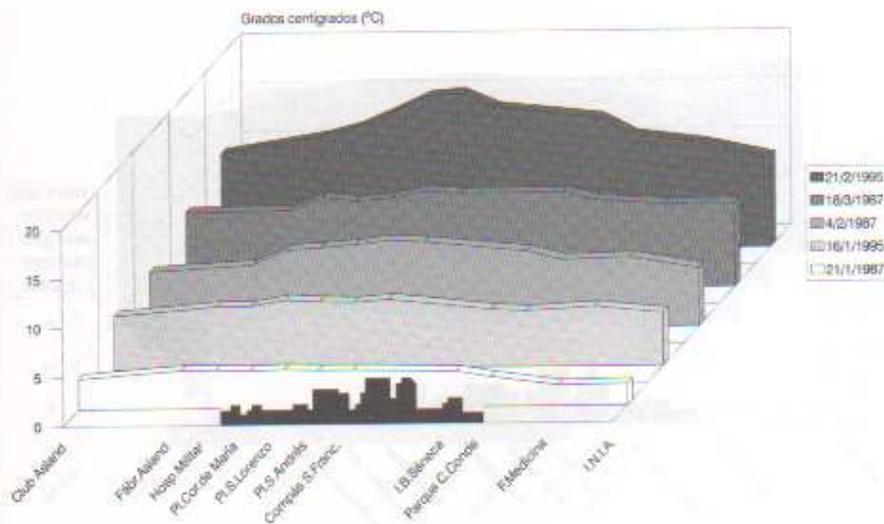
ciudad, y otro más frío que discurre por la periferia interna urbana a la altura de la avenida de Granada y de la barriada del Cerro. El límite de separación entre ambos sectores se localiza casi de forma invariable en el puente Nuevo sobre el río Guadalquivir, coincidiendo con el cauce fluvial.

El cuarto y último tramo se extiende por la periferia exterior a partir aproximadamente del cortijo El Progreso, que por lo general suele marcar un nuevo descenso de la temperatura.

El resto de los perfiles térmicos muestra un gradiente más regular. Como se puede ver en los gráficos, dibujan una curva mucho más simple en la que destaca ante todo un núcleo cálido que comprende el centro de la ciudad y el casco histórico, a partir del cual se va conectando gradualmente con la periferia exterior más fría. Así por ejemplo, en el perfil oeste-este el área más cálida se sitúa en las proximidades del hotel Meliá, plaza de las Tendillas y Torre Malmuerta. A partir de esta área central la gradación térmica es bastante regular, tanto si se contempla en dirección a Levante (Hiper, E.S. San Carlos y barriada de Alcolea), como si se hace en dirección a Poniente (barriadas de la Golondrina y Felipa y Westinghouse).

107

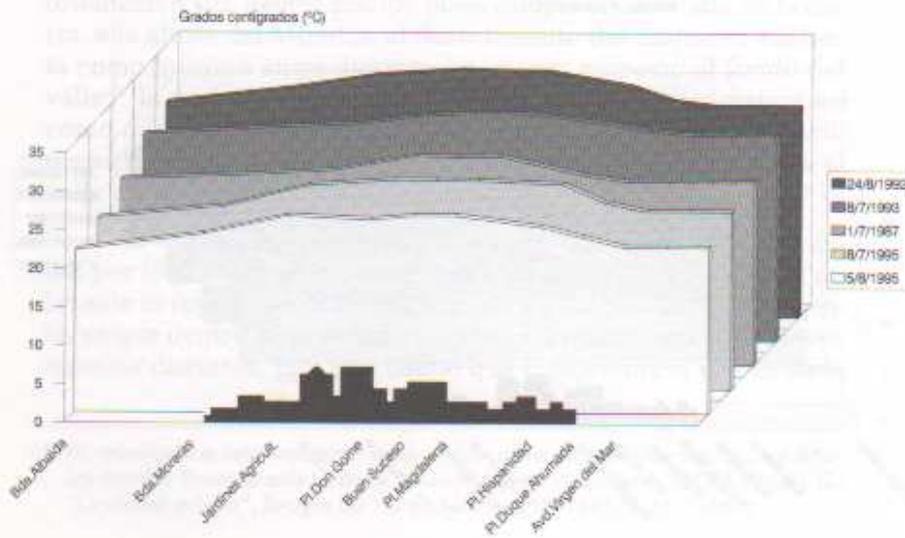
Fig. 13.3 Invierno. Isla de calor diurna (Mañana)
Trayecto NE-SW



En el perfil de sentido noroeste–sureste el sector más cálido se localiza a la altura de los jardines del Duque de Rivas, Rejas de Don Gome, Buen Suceso y plaza de la Magdalena. Alrededor de este núcleo central se individualiza primeramente un área con temperaturas más suaves, que por el noroeste llega hasta la barriada de las Moreras y por el sureste hasta la plaza de la Hispanidad; a continuación da comienzo el área de temperaturas más frías que se extiende por el extrarradio (Albaida, plaza del Duque de Ahumada y avenida Virgen del Mar).

Por lo que hace finalmente al perfil en sentido noreste–su-
roeste, el núcleo de máximas temperaturas contornea una amplia zona que incluye todo el casco histórico, representado en este caso por las plazas del Corazón de María, San Lorenzo, San Andrés y Compás de San Francisco. En torno a este espacio central se aísla una zona con temperaturas frescas que se prolonga hasta el parque Cruz Conde y la Facultad de Medicina, que da paso a continuación a la periferia exterior más fría representada por el club Asland y por las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA).

Fig. 13.4 Verano. Isla de calor diurna (Mañana)
Trayecto NW–SE

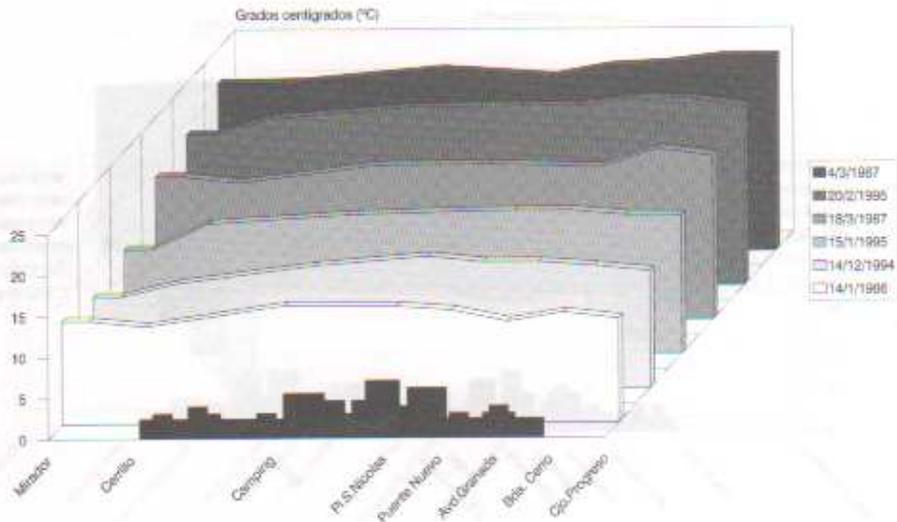


2.2.-Perfiles diurnos con tiempo estable. Tarde

El comienzo de la tarde viene acompañado de un cambio profundo en el gradiente térmico horizontal, cualquiera que sea el recorrido urbano y/o la época del año. Conforme avanza la mañana la periferia rural, de baja capacidad térmica y expuesta permanentemente a los rayos del sol, se calienta más deprisa y las diferencias de temperatura respecto a la ciudad se van haciendo cada vez menores. Con relativa frecuencia el contraste térmico llega a ser tan suave que prácticamente no se percibe, y en no pocas ocasiones es incluso negativo para la ciudad que se mantiene durante un corto período de tiempo más fresca que el extrarradio a causa del efecto de retardo en el calentamiento del centro urbano, de alta capacidad térmica, y a la sombra proyectada por los edificios. A lo largo del año este peculiar comportamiento térmico se percibe con mayor intensidad en las tardes de verano.

109

Fig. 14.1 Invierno. Isla de calor diurna (Tarde)
Trayecto N-S

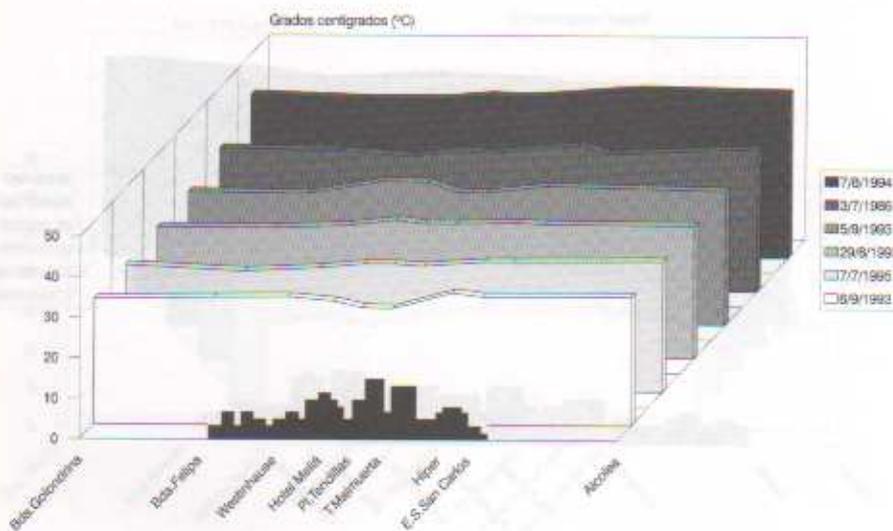


Otra característica común a los distintos perfiles urbanos es la gran regularidad térmica que presentan desde un extremo a otro del recorrido. En el caso concreto del perfil en sentido norte-sur, el progresivo debilitamiento de las inversiones constituye indudablemente un factor añadido que facilita esta regularidad; la modificación del gradiente únicamente se hace notar en el tramo comprendido entre el Cerrillo y el Mirador que, a diferencia de la mañana, pasa a ser ahora un espacio relativamente fresco (véanse las figuras adjuntas).

110

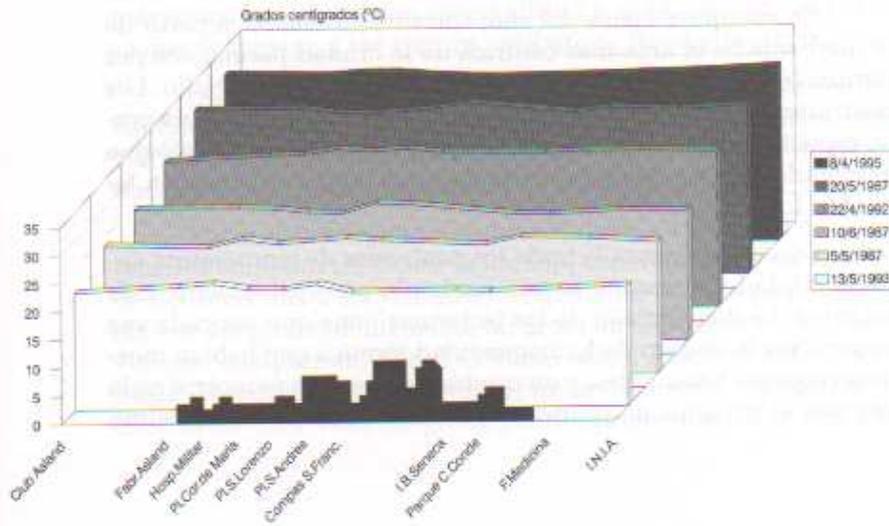
La homogeneidad térmica entre la ciudad y el campo sigue siendo también el aspecto que más llama la atención en el resto de los perfiles urbanos. Sin embargo, esta homogeneidad no permanece invariable a lo largo de todo el año. En las tardes de verano, sobre todo, no es extraño que desaparezca por completo, formándose pequeños embolsamientos de aire cálido por distintos puntos del área urbana y periurbana sin aparente conexión entre sí, que pergeñan un mapa térmico completamente distinto. Es decir, al comienzo de la tarde el gradiente térmico urbano-rural suele ser tan débil —con frecuencia incluso negativo para el centro de la ciudad—, que posibilita la aparición de pequeñas microislas, tanto de frescor como de calor, en diversos puntos de la ciudad sin aparente

Fig. 14.2 Verano. Isla de calor diurna (Tarde)
Trayecto W-E



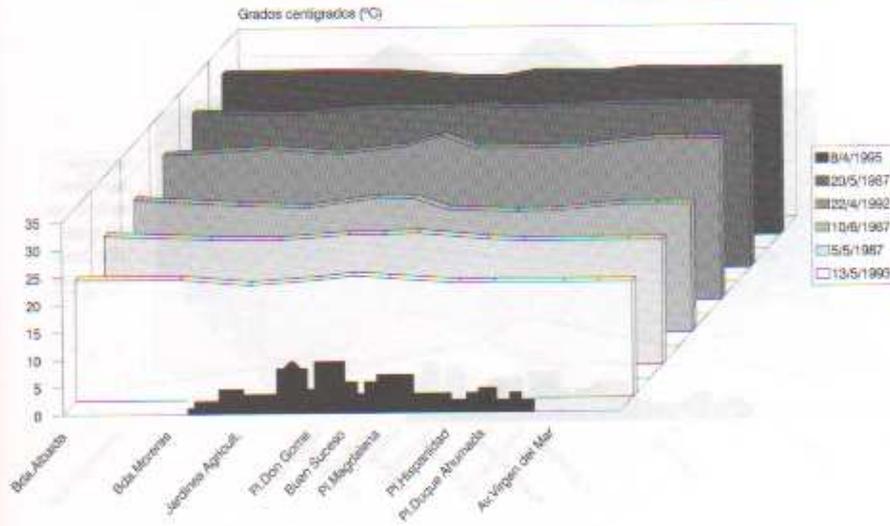
conexión entre sí, que pueden persistir gracias a la escasa intensidad del viento.

Fig. 14.3 Primavera-Otoño. Isla de calor diurna (Tarde)
Trayecto NE-SW



111

Fig. 14.4 Primavera-Otoño. Isla de calor diurna (Tarde)
Trayecto NW-SE



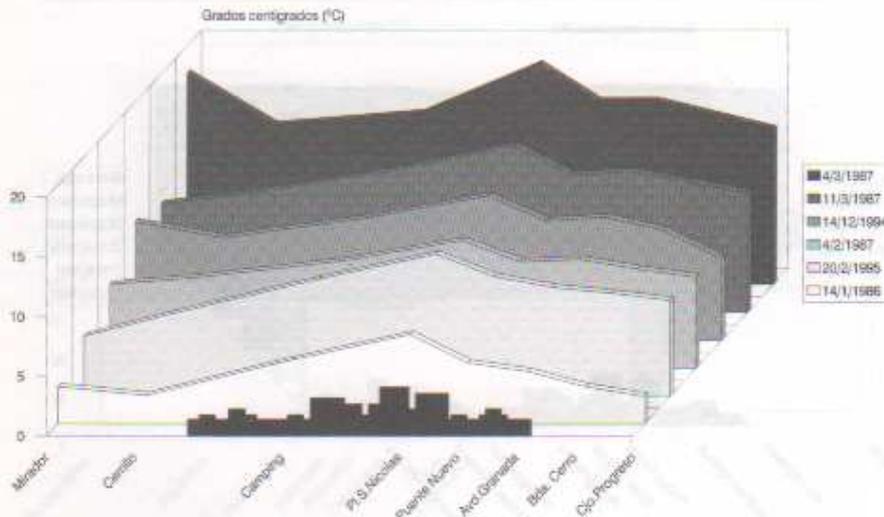
2.3.- Perfiles nocturnos con tiempo estable

En cualquier época del año, con tiempo estable, a partir de la medianoche el área más céntrica de la ciudad permanece por término medio entre 3°C y 5°C más cálida que el extrarradio. Los contrastes más fuertes se registran en relación con la periferia norte, especialmente en las noches de verano, primavera y otoño que es cuando la intensidad de la isla de calor llega a superar con facilidad los 5°C.

112

Conforme avanza la tarde los contrastes de temperatura entre la ciudad y el campo se van haciendo progresivamente más intensos. La distribución de las isoterma tiene que ver cada vez menos con la imagen de homogeneidad térmica que habían mostrado algunas horas antes, y en cambio comienza a parecerse cada vez más al esquema de comienzos de la mañana. Como muestran

Fig. 15.1 Invierno. Isla de calor nocturna
Trayecto N-S

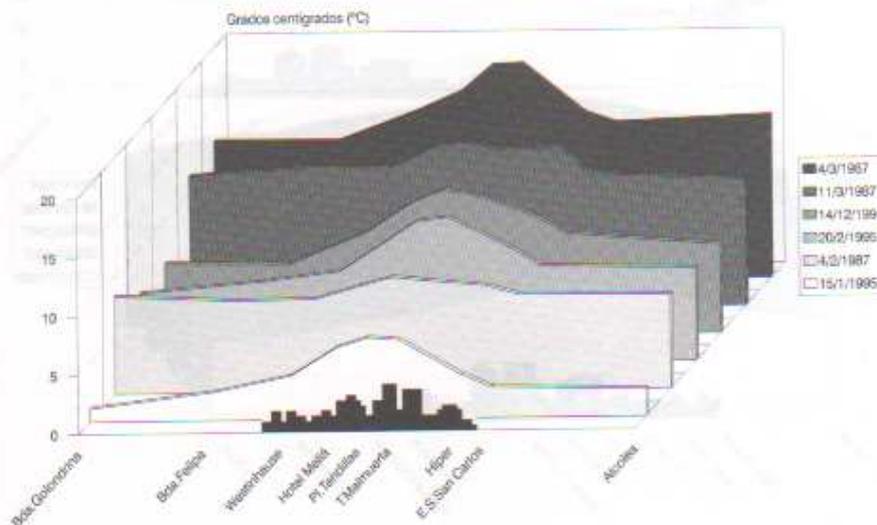


las figuras adjuntas, durante las estaciones de primavera, otoño e invierno vuelve a ser habitual en la periferia norte la presencia de una capa de inversión entre el Mirador y el Cerrillo, seguida de un sector más frío que se prolonga hasta el Camping municipal, en el límite con la isla de calor urbano. En cambio en la estación estival este esquema desaparece por completo dado que no se registran inversiones, en consecuencia la periferia norte pasa a ser el sector más fresco en razón de su mayor altitud y de la suavización térmica que acompaña a los vientos catabáticos (brisas de sierra).

Los restantes perfiles urbanos presentan asimismo una notable semejanza con las secuencias de la mañana, de manera especial el perfil en sentido noroeste-sureste que prácticamente reproduce el mismo gradiente térmico de comienzos del día.

Por la noche, en el trayecto oeste-este, el área más cálida se localiza en pleno centro de la ciudad, concretamente en la plaza de las Tendillas y en Malmuerta. Alrededor de este pequeño núcleo se dibuja frecuentemente un área con temperaturas más suaves que comprende, por el extremo oeste, desde el hotel Meliá hasta Westinghouse, es decir, aproximadamente los barrios de Ciudad Jardín y Vista Alegre, y por el extremo este llega hasta las

Fig. 15.2 Invierno. Isla de calor nocturna
Trayecto W-E

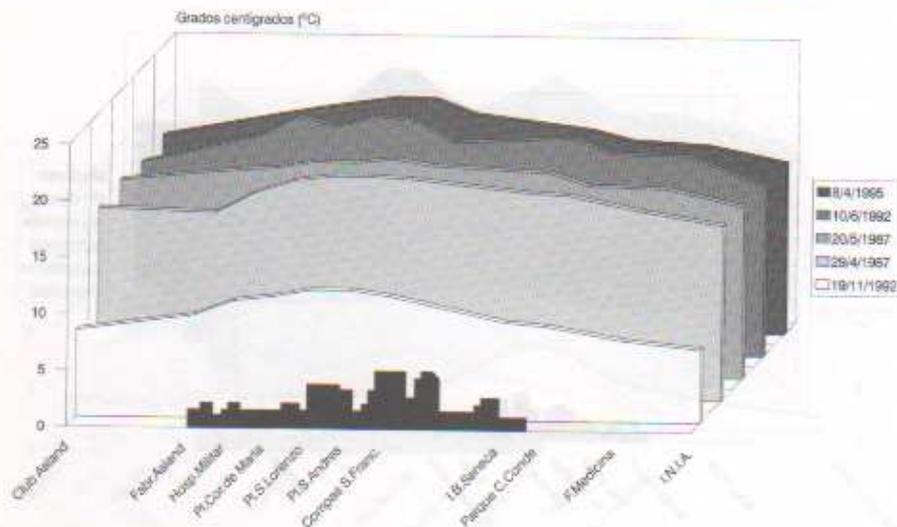


inmediaciones del Hiper. A partir de uno y otro extremos se inicia la periferia exterior, que apenas traduce discontinuidades térmicas de importancia. El caso más excepcional de cuantos hemos observado tuvo lugar precisamente durante un recorrido nocturno en el trayecto oeste-este, en concreto el día 13 de mayo de 1987; en dicha ocasión llegamos a registrar, no sin gran sorpresa, una caída anormalmente brusca de la temperatura de casi 7°C en el corto espacio comprendido entre la plaza de las Tendillas y Malmuerta; pero lo más sorprendente fue que en la toma correspondiente al trayecto en sentido norte-sur el gradiente térmico horizontal también seguía mostrando un cambio relativamente brusco aunque algo inferior (4,7°C) en pleno centro urbano, exactamente en la plaza de San Nicolás.

114

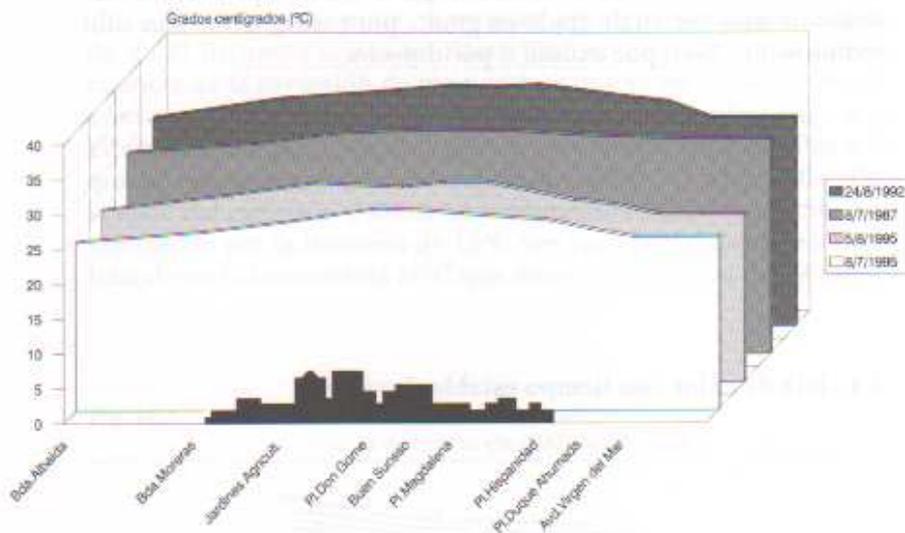
Por lo que hace, finalmente, al perfil en sentido noreste-suroeste, la zona más cálida dibuja un esquema casi idéntico al de por la mañana, o sea, una zona central relativamente extensa que comprende todo el casco histórico de la ciudad, a partir de la cual las isotermas delimitan dos zonas más frías: la primera se localiza en las proximidades del Hospital Militar y en la plaza del Co-

Fig. 15.3 Primavera-Otoño. Isla de calor nocturna
Trayecto NE-SW



razón de María —lo que induce a pensar que debe comprender también las barriadas de Levante y Fuensanta—, por el extremo opuesto se prolonga hasta el Instituto de Bachillerato «Séneca»; la segunda zona es más exterior, discurre a la altura del club Asland y en las proximidades de la Facultad de Medicina y parque Cruz Conde; en este extremo de la ciudad los terrenos pertenecientes al Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) delimitan el espacio que marca invariablemente las temperaturas nocturnas más bajas de todo el perfil urbano.

Fig. 15.4 Verano. Isla de calor nocturna
Trayecto NW-SE



3.- Isla de Calor. Mapas de isotermas

116

Los mapas de isotermas que presentamos a continuación han sido realizados a partir de las observaciones simultáneas correspondientes a varios recorridos urbanos, lo que permite obtener una radiografía térmica real y completa tanto de la ciudad como de la periferia exterior. Por otro lado, en la metodología seguida hemos tratado de ver fundamentalmente cómo evoluciona la isla de calor urbano a lo largo de un día completo, es decir, por la mañana, tarde y noche, teniendo en cuenta distintas situaciones sinópticas con tiempo estable de primavera, otoño, verano e invierno así como una situación sinóptica con tiempo perturbado. Las isotermas varían de grado en grado, por consiguiente han sido redondeadas bien por exceso o por defecto.

3.1.-Isla de calor con tiempo estable. Invierno

4 de Marzo de 1987. El mapa correspondiente al comienzo de la mañana muestra dos sectores urbanos netamente contrastados a partir de la línea formada por el cauce del río Guadalquivir. Al norte se sitúa el área más cálida y al sur la más fría. La isla de calor queda definida por la isoterma de 13°C que comprende todo el casco histórico, el ensanche y la periferia interior a partir de una línea que pasa por Malmuerta, barrio de la Judería, Ciudad Jardín y plaza del Corazón de María; dentro de la isla térmica existe un

máximo absoluto representado por la isoterma de 14°C, circunscrita al área más céntrica de la ciudad (Tendillas y plaza de S. Nicolás). Teniendo en cuenta este valor máximo, la isla de calor llega a alcanzar una intensidad de 4°C en relación con la isoterma mínima de 8°C que se extiende por el extrarradio sur.

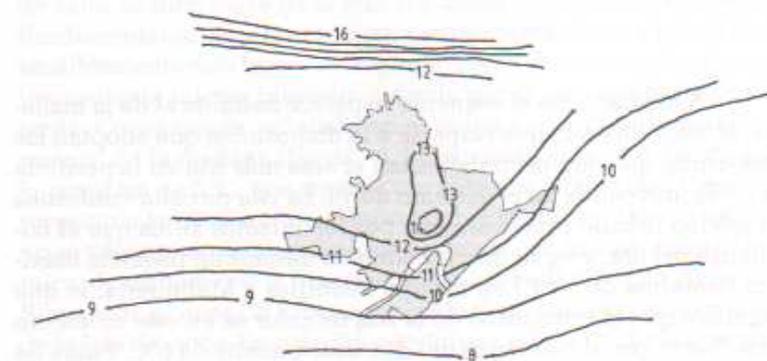
Exceptuando la periferia norte, los restantes sectores urbanos presentan un gradiente térmico completamente regular. A partir de la isoterma de 13°C, que define los límites exactos de la isla de calor, se dibuja una franja estrecha en dirección oeste-este que se extiende a través de la zona de terrazas fluviales, desde el piedemonte de la sierra hasta el puente sobre el río Guadalquivir, todo este espacio está afectado por la isoterma de 12°C. A partir de ahí la temperatura comienza a disminuir de forma progresiva y regular, comenzando por la isoterma de 11°C que atraviesa la avenida de Granada y finalizando en la isoterma de 8°C que discurre por la periferia exterior a la altura del cortijo El Progreso.

117

En el extremo norte, el espacio correspondiente a la barriada de El Brillante marca un ritmo térmico distinto como consecuencia de la inversión de temperatura que se ha formado. Se advierte en primer término un pequeño embolsamiento cálido a la altura del Camping municipal, con una temperatura similar a la que se registra en el área central de la ciudad. Al margen de ello, el resto del recorrido traduce un incremento térmico constante, comenzando por la isoterma de 12°C que pasa por el Cerrillo y finalizando en la isoterma de 16°C que discurre a la altura del Mirador.

Fig. 16.1

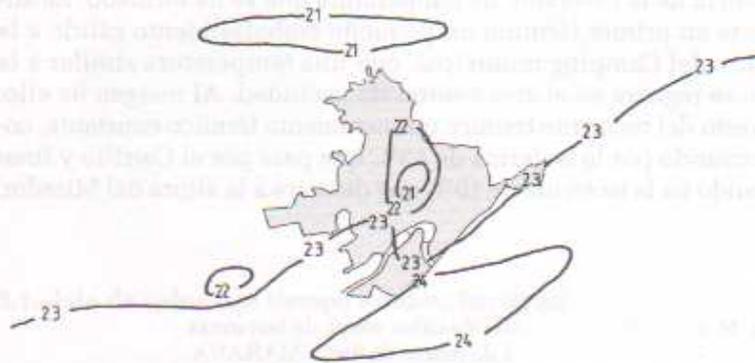
Isla de calor. Mapa de isotermas
4 de marzo de 1987. MAÑANA



Conforme va transcurriendo el día, el gradiente térmico se invierte por completo. Al comienzo de la tarde, el sector más cálido no se localiza ya en la periferia norte sino en el extremo sur, al contrario que por la mañana. Otro aspecto interesante lo constituye la inexistencia de isla de calor, pues en este momento el núcleo urbano se mantiene como un espacio relativamente más fresco que el extrarradio. Como se puede ver en el mapa, una parte de la ciudad permanece dentro del perímetro de la isoterma de 22°C, con un pequeño núcleo central más fresco representado por la isoterma de 21°C. A partir de este punto, en dirección norte, el gradiente no acusa prácticamente ningún cambio. En cambio, en la periferia sur la temperatura se incrementa gradualmente hasta alcanzar el máximo en el cortijo El Progreso con 24°C.

118

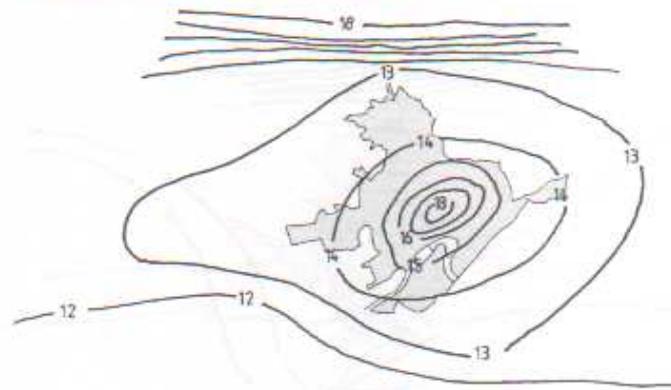
Fig. 16.2 Isla de calor. Mapa de isotermas
4 de marzo de 1987. TARDE



A medianoche el esquema se parece bastante al de la mañana, sobre todo en lo que respecta a la disposición que adoptan las isotermas, que de nuevo delimitan el área más fría en la periferia sur y la más cálida en el extremo norte. La isla de calor contournea el núcleo urbano prácticamente por los mismos sitios que al comienzo del día, y en su interior también destaca un pequeño máximo (isoterma de 18°C) en torno a Tendillas y Malmuerta, lo que significa que la intensidad de la isla de calor es en este momento más fuerte que al comienzo del día, exactamente de 6°C. Fuera de

los límites de la isla térmica el gradiente evoluciona de dos formas distintas: en la periferia valle-campiñesa tiende hacia un descenso progresivo; en cambio, en la periferia norte la tendencia es opuesta a causa de la inversión térmica que se ha formado entre el Cerrillo y el Mirador.

Fig. 16.3 Isla de calor. Mapa de isotermas 4 de marzo de 1987. NOCHE



119

14 de Enero de 1986. La secuencia diaria que traduce la isla de calor se diferencia de la que acabamos de ver en dos aspectos fundamentales: en primer lugar, en que presenta una intensidad sensiblemente más baja; y en segundo lugar, en que mantiene prácticamente la misma intensidad desde por la mañana hasta por la tarde. Como queda reflejado en el mapa correspondiente al comienzo de la mañana (fig. 17.1), la isla de calor está definida por la isoterma de 2°C, que supone tan sólo dos grados de diferencia respecto a la temperatura mínima del extrarradio. Dentro de ella no se advierte ningún núcleo que destaque por su singularidad térmica, de manera que la homogeneidad es el adjetivo que mejor define a todo el espacio urbano incluido dentro del radio de acción de la isla de calor. En parecidos términos puede calificarse el gra-

diente que se observa en el amplio espacio valle- campiñés afectado por la isoterma de 1°C, que únicamente desciende hasta 0°C a partir de la estación de servicio San Carlos. En la periferia norte, el esquema es muy diferente como consecuencia de la fuerte inversión térmica que se registra a esta hora del día (Mirador, 8°C).

Fig. 17.1 Isla de calor. Mapa de isotermas
14 de enero de 1986. MAÑANA

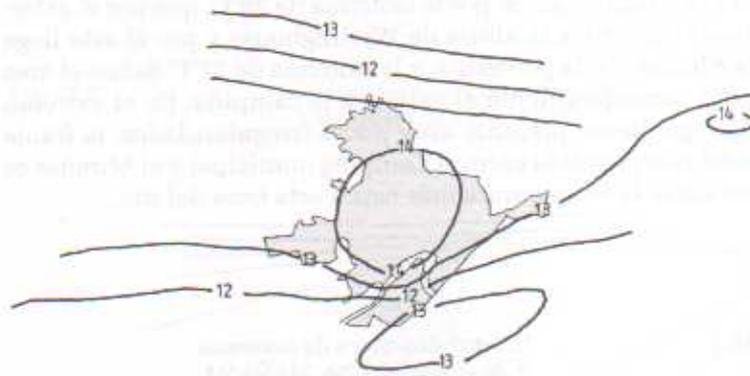
120



El esquema anterior se mantiene con muy pocas variaciones durante las horas siguientes. Por la tarde la intensidad de la isla de calor urbano, definida por la isoterma de 14°C, es idéntica a la de la mañana, únicamente se percibe un ligero incremento a partir del ocaso del sol. A medianoche la isla térmica alcanza una diferencia máxima de 5°C con respecto al campo, estamos por lo tanto ante una isla sensiblemente más intensa que por la mañana. Espacialmente incluye el área urbana comprendida entre Malmuerta, Judería, Ciudad Jardín y plaza del Corazón de María. Dentro de la isla térmica se observa un pequeño máximo (isoterma de 7°C) circunscrito al área más céntrica de la ciudad (Tendillas, San Nicolás y Meliá). Hacia el exterior el gradiente es bastante regular, la isoterma de 4°C delimita una franja estrecha que se extiende desde el cauce del río Guadalquivir hasta el Camping municipal. A partir del puente Nuevo, en dirección sur, las barriadas del Campo de la

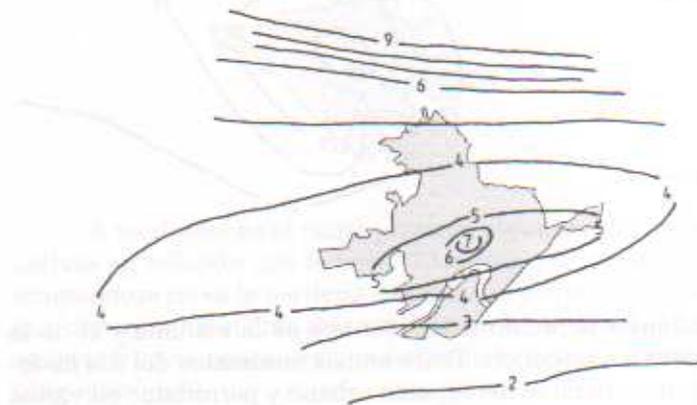
Verdad y del Cerro están afectadas por la isoterma de 3°C, a continuación se inicia el área más fría que se extiende por toda la periferia valle-campiñesa (cortijo El Progreso, 2°C). Por el norte, finalmente, el sector perteneciente a la barriada El Brillante se encuentra afectado por una inversión de temperatura (Mirador, 9°C).

Fig. 17.2 Isla de calor. Mapa de isotermas
14 de enero de 1986. TARDE



121

Fig. 17.3 Isla de calor. Mapa de isotermas
14 de enero de 1986. NOCHE

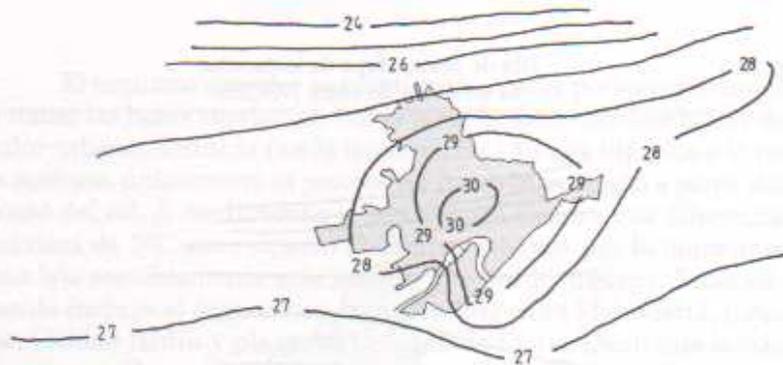


3.2.- Isla de Calor con tiempo estable. Verano

7 de Agosto de 1994. En las primeras horas de la mañana la isla de calor adopta una disposición irregular, con un máximo absoluto interior en el triángulo formado por las plazas de Tendillas, Malmuerta y San Nicolás (isoterma de 30°C). La transición hacia la periferia viene marcada, en primer lugar, por la isoterma de 29°C y a continuación por la isoterma de 28°C, que por el extremo oeste discurre a la altura de Westinghouse y por el este llega hasta Alcolea. En la periferia sur la isoterma de 27°C define el área más fría correspondiente al valle y a la campiña. En el extremo norte el gradiente presenta muy pocas irregularidades, la franja espacial comprendida entre el Camping municipal y el Mirador es la que acusa la temperatura más baja a esta hora del día.

122

Fig. 18.1 Isla de calor. Mapa de isotermas
7 de agosto de 1994. MAÑANA

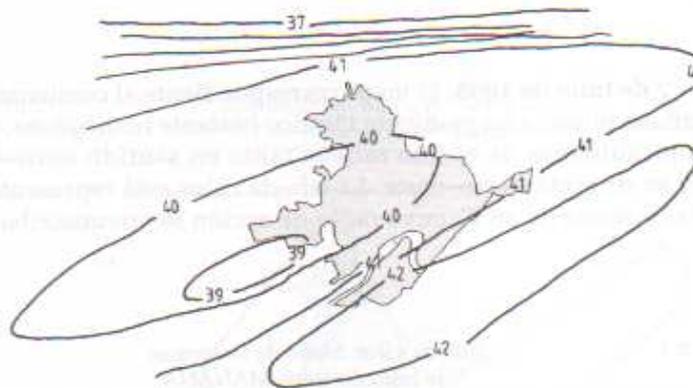


Cualquier parecido entre el mapa de la mañana y el de la tarde es pura coincidencia. Entre ambos momentos del día ha tenido lugar una división del espacio urbano y periurbano en varios

sectores distintos desde el punto de vista térmico. La isoterma de 41°C engloba un amplio espacio que se extiende por el límite sur del barrio de la Judería, la barriada de El Brillante y llega hasta el Cerrillo; en el interior se advierte un progresivo descenso térmico, primero a partir de la isoterma de 40°C y a continuación en la isoterma de 39°C que aísla un pequeño sector más fresco en el extremo oeste de la ciudad. En la periferia norte la temperatura acusa un descenso gradual, alcanzándose el mínimo absoluto de la tarde en el Mirador con 37°C. La zona más cálida se sitúa en el extremo meridional de la ciudad, donde la isoterma de 42°C engloba una franja que se prolonga desde la avenida de Granada hasta el cortijo El Progreso.

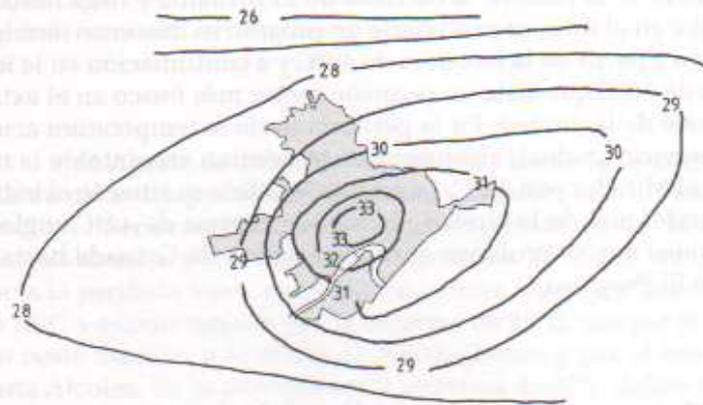
Fig. 18.2

Isla de calor. Mapa de isotermas
7 de agosto de 1994. TARDE



A medianoche el mapa presenta algunas diferencias significativas en relación con la tarde. El sector que registra la máxima temperatura no es la periferia sur, sino un pequeño núcleo interior que discurre por el área más céntrica de la ciudad. Las temperaturas más frías se concentran en la periferia norte, a partir del Camping municipal.

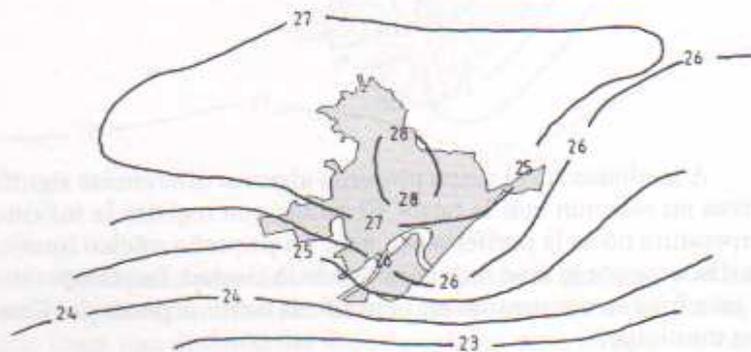
Fig. 18.3 Isla de calor. Mapa de isotermas
7 de agosto de 1994. NOCHE



124

7 de Julio de 1995. El mapa correspondiente al comienzo de la mañana muestra un gradiente térmico bastante homogéneo, con discontinuidades de escaso relieve tanto en sentido norte-sur como en dirección este-oeste. La isla de calor está representada por la isoterma de 28°C, cuyo radio de acción se circunscribe bá-

Fig. 19.1 Isla de calor. Mapa de isotermas
7 de julio de 1995. MAÑANA



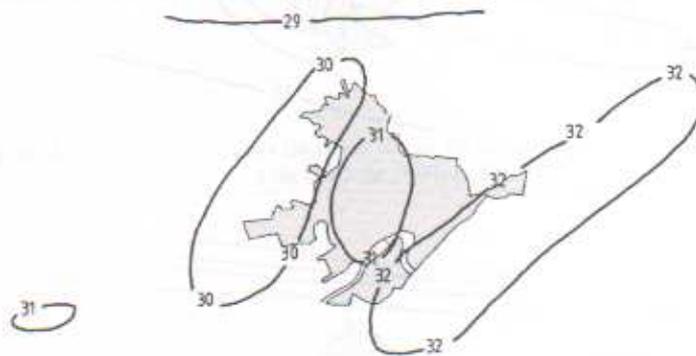
sicamente al centro de la ciudad (Tendillas, plaza de San Nicolás y Malmuerta), con una prolongación hacia el norte hasta la altura del Camping. La intensidad es fuerte, habida cuenta que supera en cinco grados centígrados a la isoterma mínima del exterior. Por otro lado, el puente Nuevo sobre el río Guadalquivir representa el punto de inflexión del gradiente, funcionando como límite de separación entre un sector cálido que integra a la mayor parte del casco urbano, y otro sector con temperaturas más frías y en progresivo descenso que se prolonga hasta la periferia meridional, incluyendo la avenida de Granada y la barriada del Cerro.

Al comienzo de la tarde la situación ha experimentado un cambio de ciento ochenta grados. Dos hechos destacan sobre todo. En primer lugar, que la zona norte ha pasado a ser ahora el área más fresca en razón de su mayor altitud. Y en segundo lugar, que la isla de calor ha llegado a desaparecer casi por completo, hasta el punto de que el núcleo urbano presenta en este momento una importancia térmica secundaria en relación con el área más cálida que se sitúa en la periferia valle-campiñesa.

125

Fig. 19.2

Isla de calor. Mapa de isotermas
7 de julio de 1995. TARDE

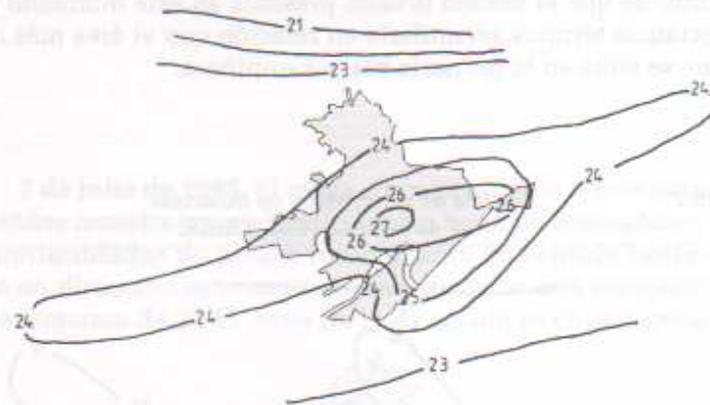


A medianoche la disposición de las isotermas se ha modificado de nuevo. La isla de calor queda definida por la isoterma de 25°C, adoptando la forma de una figura ovalada cuyos límites son Malmuerta, Hiper, Ciudad Jardín y barriada del Cerro; en su inte-

rior se aíslan dos núcleos más cálidos: uno que pasa por Meliá y Malmuerta (isoterma de 26°C), y otro más pequeño circunscrito a las plazas de Tendillas y San Nicolás (isoterma de 27°C). La periferia está afectada por la isoterma de 24°C que discurre a todo lo largo y ancho del valle del Guadalquivir, desde Alcolea hasta la barriada de la Golondrina; más hacia el exterior la temperatura continua descendiendo tanto hacia el sur (cortijo El Progreso 23°C) como en dirección norte (Mirador 21°C).

Fig. 19.3 Isla de calor. Mapa de isotermas
7 de julio de 1995. NOCHE

126

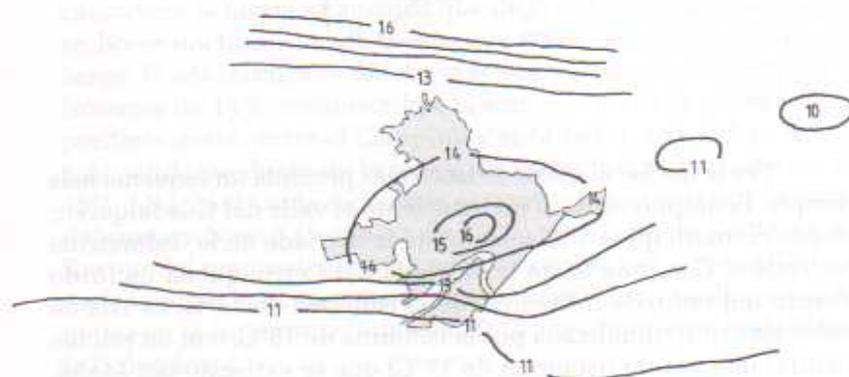


3.3.- Isla de calor con tiempo estable. Primavera y otoño

4 de Abril de 1994. En primavera, las inversiones de temperatura justifican el particular gradiente térmico que se establece en el sector norte de la ciudad. La fecha que hemos elegido reproduce una situación que se repite con mucha frecuencia cuando el tiempo se mantiene estable. Al comienzo de la mañana, a partir del Camping se inicia una capa de inversión que tiene su límite en el Mirador, donde se registra la temperatura más elevada con 16°C . La isla de calor queda circunscrita a la isoterma de 14°C , con dos núcleos interiores más cálidos: uno que integra gran parte del casco histórico (isoterma de 15°C), y otro más reducido que comprende Tendillas, plaza de San Nicolás y Malmuerta (isoterma de 16°C). A partir de este núcleo central, el gradiente térmico se va haciendo cada vez más intenso en dirección a la periferia valle-campiñesa, llegando a alcanzar la isla de calor una intensidad máxima de 5°C . El puente Nuevo (13°C), sigue representando una vez más el punto de inflexión que separa el sector urbano más cálido de la periferia exterior más fría.

127

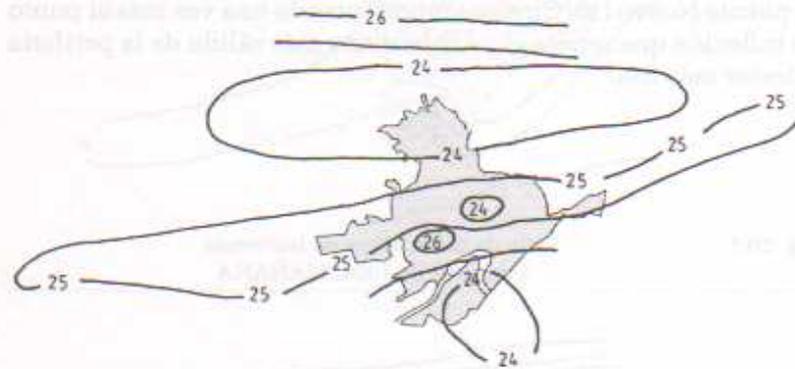
Fig. 20.1 Isla de calor. Mapa de isotermas
4 de abril de 1994. MAÑANA



Al comienzo de la tarde, la situación ha variado del siguiente modo. Las temperaturas más altas se han desplazado hacia los extremos este y oeste de la periferia, donde la isoterma de 25°C adopta una forma alargada en el sentido del valle del Guadalquivir; en el interior de la ciudad se ha individualizado una pequeña microisla de calor a la altura de Ciudad Jardín (isoterma de 26°C). El centro urbano registra por ello una temperatura ligeramente más baja (24°C) que los restantes sectores, prácticamente similar a la que se observa en la periferia sur. En el extremo norte, la inversión térmica ha disminuido en intensidad aunque todavía se sigue manteniendo a la altura del Mirador, por este motivo el sector comprendido entre el Camping y el Cerrillo ha dejado de ser una zona de inversión para convertirse en un área relativamente más fresca que el resto del espacio periurbano.

128

Fig. 20.2 Isla de calor. Mapa de isotermas
4 de abril de 1994. TARDE

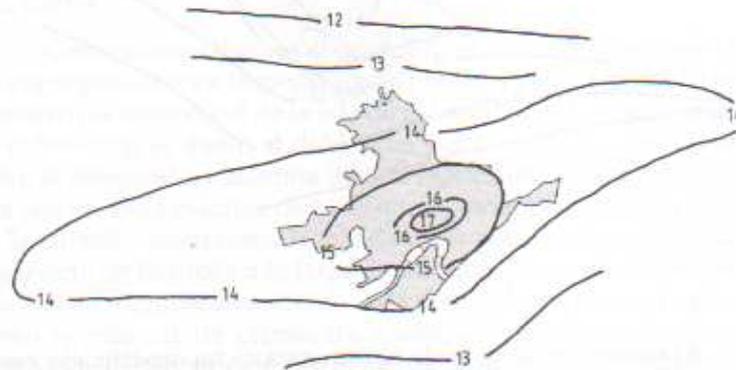


Por la noche, el mapa de isotermas presenta un esquema más simple. El amplio espacio perteneciente al valle del Guadalquivir, desde el municipio de Alcolea hasta la barriada de la Golondrina y desde el Camping hasta la barriada del Cerro, queda incluido dentro del radio de influencia de la isoterma de 14°C. La isla de calor está individualizada por la isoterma de 15°C, con un núcleo central más cálido (isoterma de 17°C) que se extiende por Meliá,

San Nicolás, Tendillas y Malmuerta. Las temperaturas mínimas se registran en los extremos norte (Mirador 12°C) y sur (cortijo El Progreso 13°C).

Fig. 20.3

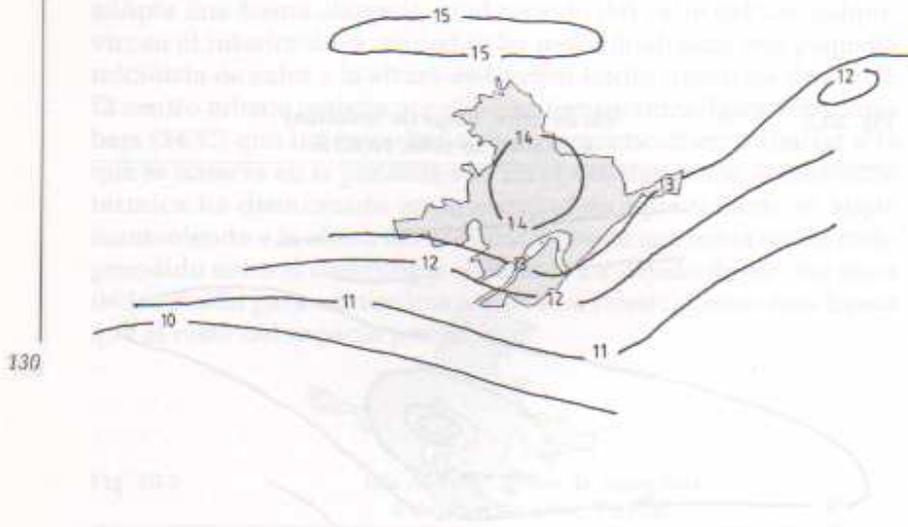
Isla de calor. Mapa de isotermas
4 de abril de 1994. NOCHE



129

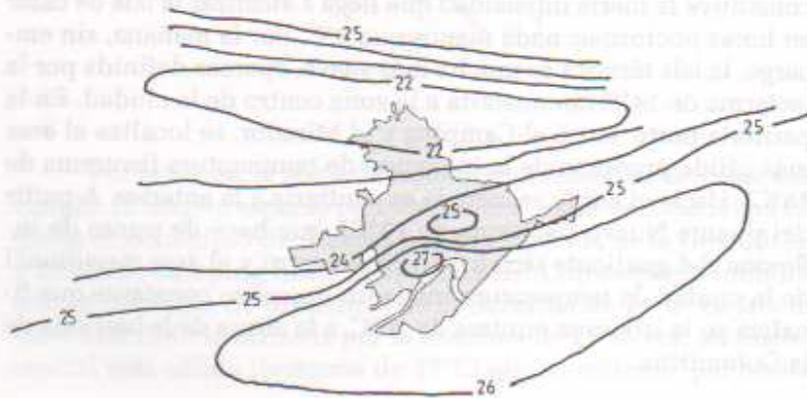
5 de Mayo de 1987. Sin duda alguna el aspecto que más llama la atención en esta fecha de comienzos del mes de mayo, lo constituye la fuerte intensidad que llega a alcanzar la isla de calor en horas nocturnas: nada menos que 8°C. Por la mañana, sin embargo, la isla térmica es mucho más suave, aparece definida por la isoterma de 14°C circunscrita a la zona centro de la ciudad. En la periferia norte, entre el Camping y el Mirador, se localiza el área más cálida producto de la inversión de temperatura (isoterma de 15°C). Hacia el sur la secuencia es contraria a la anterior. A partir del puente Nuevo (isoterma de 13°C), que hace de punto de inflexión del gradiente térmico entre el centro y el área meridional de la ciudad, la temperatura inicia un descenso constante que finaliza en la isoterma mínima de 10°C, a la altura de la barriada de la Golondrina.

Fig. 21.1 Isla de calor. Mapa de isotermas
5 de mayo de 1987. MAÑANA



Al comienzo de la tarde el esquema se ha modificado casi por completo. En el Mirador la inversión térmica no ha perdido el carácter absoluto que alcanzaba por la mañana, pero ahora el gradiente térmico ha cambiado de forma sustancial. La zona más fría

Fig. 21.2 Isla de calor. Mapa de isotermas
5 de mayo de 1987. TARDE

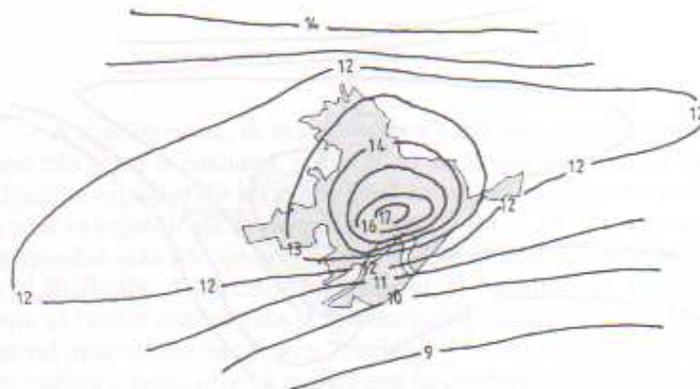


se localiza entre el Cerrillo y el Camping (isoterma de 22°C), aumentando a continuación la temperatura en dirección al valle del Guadalquivir. El centro de la ciudad marca una temperatura de 25°C, similar a la que se registra en la mayor parte del valle. El gradiente sigue aumentando hacia la periferia sur, con un pequeño máximo principal en Meliá (isoterma de 27°C) y otro máximo secundario, aunque mucho más extenso, representado por la isoterma de 26°C que pasa por el puente Nuevo, avenida de Granada, barriada del Cerro, cortijo El Progreso y estación de servicio San Carlos.

Como comentábamos al principio, el mapa de isotermas reales correspondiente a la medianoche presenta como fenómeno más llamativo la intensidad de la isla de calor urbano. Los ocho grados de diferencia, es decir, el doble que por la mañana, que existen entre la temperatura mínima de 9°C registrada en la periferia sur y la temperatura máxima de 17°C que se observa en el área central de la ciudad, representan la isla de calor más intensa que hemos observado en Córdoba a lo largo de los múltiples recorridos llevados a cabo. Significativamente, esta circunstancia tiene lugar en pleno equinoccio de primavera y además a medianoche, lo que concuerda perfectamente con el comentario que hemos efectuado en un apartado anterior. A partir del máximo foco de calor localizado en torno a las plazas de Tendillas y San Nicolás, la isla térmica va adoptando una forma concéntrica en la cual el gradiente dis-

131

Fig. 21.3 Isla de calor. Mapa de isotermas
5 de mayo de 1987. NOCHE



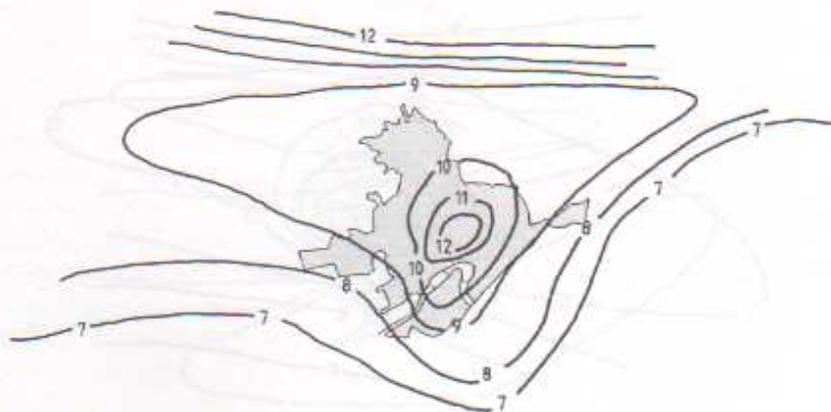
minuye de modo progresivo, primero a partir de la isoterma de 16°C que pasa por Malmuerta y a continuación con la isoterma de 15°C que se sitúa a la altura del hotel Meliá. El límite de la isla de calor urbano queda definido aproximadamente por la isoterma de 13°C.

132

19 de Noviembre de 1992. El otoño no aporta ninguna novedad al esquema general que venimos comentando. En la mañana del día 19 de noviembre de 1992 la isla de calor destaca claramente a partir de la isoterma de 10°C, que contornea la ciudad desde el Camping, avenida de Granada, Meliá-Ciudad Jardín y avenida Virgen del Mar. En pleno centro urbano la isoterma de 12°C dibuja un pequeño núcleo relativamente más cálido que afecta a las plazas de San Nicolás, Tendillas y Malmuerta, lo que significa que la isla de calor alcanza una intensidad de cuatro grados centígrados en relación con la temperatura mínima (7°C) de la periferia valle-

Fig. 22.1

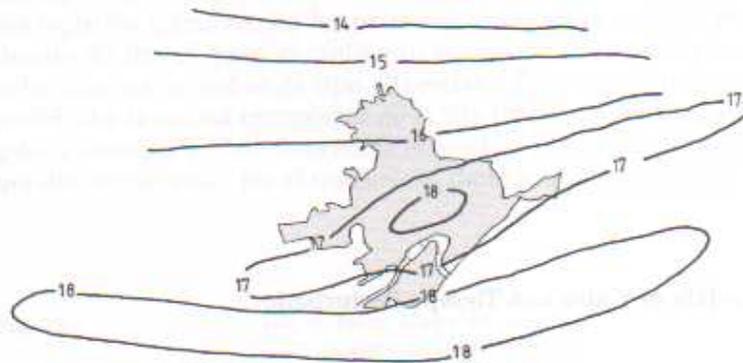
Isla de calor. Mapa de isotermas
19 de noviembre de 1992. MAÑANA



campiñesa. En la periferia norte, a la altura del Cerrillo, la isoterma de 9°C delimita un área relativamente más fría comprendida entre la isla de calor urbano y el Mirador, en este último punto se alcanza la misma temperatura que en el centro de la ciudad.

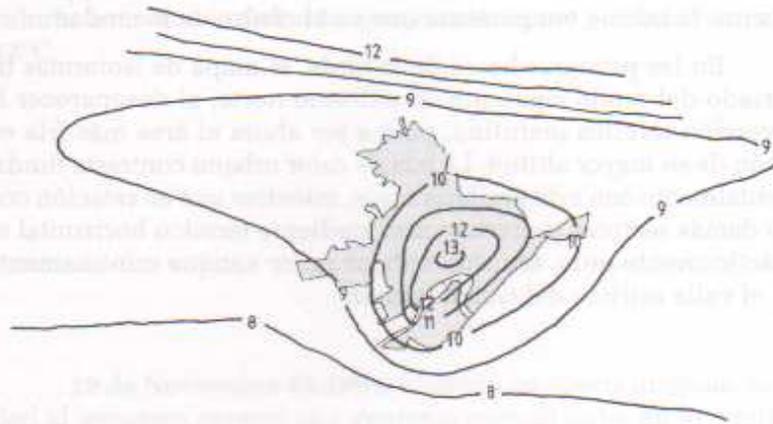
En las primeras horas de la tarde, el mapa de isotermas ha variado del modo siguiente. El extremo norte, al desaparecer la inversión térmica matutina, pasa a ser ahora el área más fría en razón de su mayor altitud. La isla de calor urbano contrasta fundamentalmente con esta periferia norte, mientras que en relación con los demás sectores periurbanos el gradiente térmico horizontal es prácticamente nulo, tan sólo se hace notar aunque mínimamente en el valle estricto del Guadalquivir.

Fig. 22.2 Isla de calor. Mapa de isotermas
19 de noviembre de 1992. TARDE



A medianoche, el mapa vuelve a dibujar un esquema muy parecido al de la mañana, sobre todo en lo que se refiere a la distribución espacial de las isotermas. En el extremo norte se observa una inversión de temperatura (Mirador, 12°C), y un espacio intermedio más frío que invariablemente coincide con la barriada de El Brillante. A partir de este punto, la isoterma de 10°C representa el límite externo de la isla de calor urbano, con un núcleo central más cálido en torno a Tendillas y San Nicolás. El área más fría vuelve a coincidir de nuevo con la periferia valle-campiñesa.

Fig. 22.3 Isla de calor. Mapa de isotermas
19 de noviembre de 1992. NOCHE

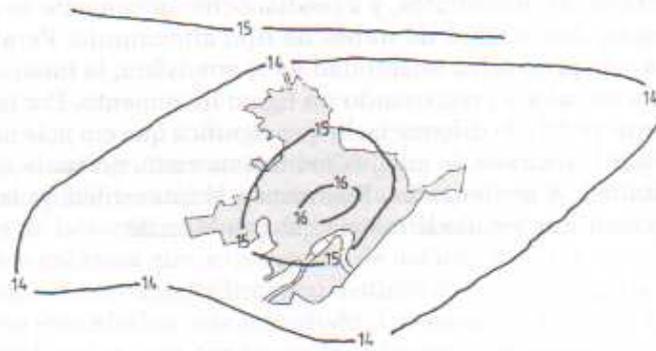


134

3.4.- Isla de Calor con Tiempo Perturbado

22 de Abril de 1987. Esta fecha reproduce una situación en la que la intensidad de la isla de calor evoluciona de menos a más a lo largo de la jornada en función del tiempo meteorológico, con valores comprendidos entre dos y tres grados centígrados. La situación sinóptica que posibilita este suave gradiente térmico está determinada por un tipo de tiempo inestable del sur-sureste, que habitualmente suele venir acompañado de un fuerte aumento en los niveles de partículas en suspensión atmosférica, es decir, de

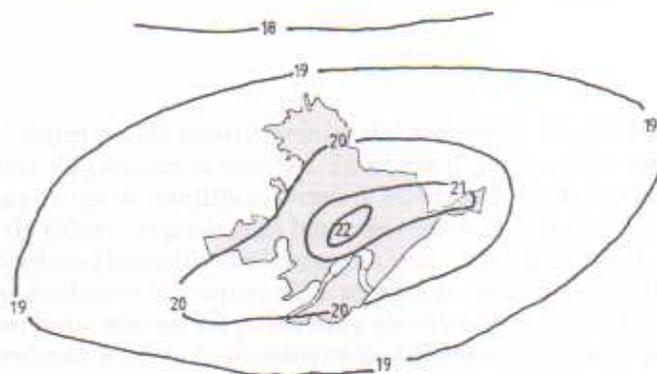
Fig. 23.1 Isla de calor. Mapa de isotermas
22 de abril de 1987. MAÑANA



135

calima. Este tiempo perturbado había llegado a provocar la noche anterior una pequeña tormenta con la subsiguiente clarificación de las capas bajas de la atmósfera, haciéndose notar posteriormente en los registros térmicos. En las primeras horas de la mañana había dejado de llover, pero el cielo aún seguía estando cubierto con ocho octavos de nubes de tipo altoestrato. Este era el motivo que justificaba la escasa intensidad de la isla de calor, que apenas llegaba a alcanzar 2°C de diferencia respecto a la temperatura mínima del extrarradio. En el transcurso de la jornada el tiempo fue

Fig. 23.2 Isla de calor. Mapa de isotermas
22 de abril de 1987. TARDE

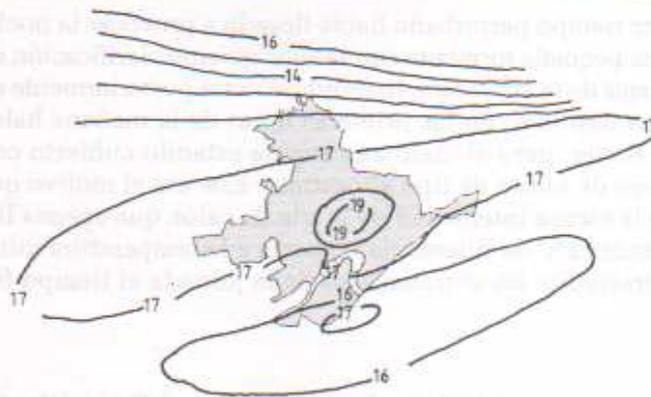


evolucionando hacia una mayor estabilidad atmosférica. Al comienzo de la tarde el cielo se hallaba parcialmente cubierto con siete octavos de altoestratos, y a medianoche únicamente se contabilizaban dos octavos de nubes de tipo altocúmulo. Paralelamente a esta progresiva estabilidad de la atmósfera, la intensidad de la isla de calor va registrando un ligero incremento. Por la tarde alcanza ya 3°C de diferencia, lo que significa que era más intensa que por la mañana, lo cual, como hemos visto, no suele ser lo más habitual. A medianoche, finalmente, la intensidad de la isla térmica continua siendo la misma que por la tarde.

136

Fig. 23.3

Isla de calor. Mapa de isotermas
22 de abril de 1987, NOCHE



4.- Microislas urbanas de frescor: jardines, calles y plazas.

La radiografía térmica de Córdoba es en realidad bastante más compleja y variada que la que se desprende a partir de los mapas de isotermas. Dentro de la isla urbana de calor existen numerosos enclaves que, a una escala de detalle, suelen presentar un comportamiento microclimático distinto del que se registra en su entorno atmosférico más inmediato. Los espacios verdes y las zonas ajardinadas, que combinan la existencia de masas líquidas y una abundante vegetación, reflejan habitualmente estas irregularidades. Pero, junto a ellos, destacan también algunos espacios urbanos —calles, plazas— que en razón de su particular diseño urbanístico pueden registrar igualmente a pequeña escala anomalías microclimáticas de cierta importancia. En este apartado vamos a tratar de estudiar estos aspectos en determinados enclaves de la ciudad.

137

4.1.- Zonas ajardinadas

Dentro de los constituyentes del ambiente, las plantas son un factor de primera necesidad. En el medio urbano sus mejores efectos son los de equilibrio térmico: en invierno reducen las pérdidas de calor —representan barreras contra el viento— y en los meses sobrecalentados absorben una gran cantidad de radiación solar y, mediante la evaporación, enfrían la temperatura del aire. Por otro lado, ejercen un papel muy efectivo en el control del sol: proporcionan sombra y constituyen probablemente la mejor persia-

na al matizar la luz y absorber el ruido. Desde el punto de vista climático los parques públicos y las zonas ajardinadas representan espacios abiertos, sin edificar, que generalmente funcionan a modo de microislas de frescor dentro del conjunto de la ciudad. Parques como el de Montjuic en Barcelona, Retiro en Madrid o Boulogne en París, por sólo citar algunos que concentran una masa densa de vegetación y ocupan superficies relativamente extensas, manifiestan claramente este fenómeno²⁷. No ocurre, sin embargo, lo mismo cuando el parque es de reducidas dimensiones o escasea la vegetación, en este caso la microisla de frescor es muy poco perceptible por no decir prácticamente nula.

Las nociones de confort y de calidad de vida van, pues, indisolublemente unidas a la de bienestar que proporciona la vegetación urbana, moderando todos aquellos componentes que resultan agresivos para el individuo. La mayor parte de estas funciones pasan, no obstante, desapercibidas para la mayoría de los habitantes de las ciudades, como tampoco suele apreciarse el papel psicológico o estético que desempeña la masa vegetal como elemento que permite ocultar, o al menos disimular, los aspectos más desagradables del paisaje urbano (vehículos, contenedores de basura, arquitectura defectuosa), difícilmente disimulables por otros procedimientos. La vegetación es además un importante fijador de partículas contaminantes, y sobre todo una magnífica herramienta desde el punto de vista de la ordenación urbana: crea espacios, reduce la escala entre espacios vacíos y grandes conjuntos edificados.

Además de la vegetación, en las ciudades de clima cálido otro constituyente ambiental de primerísima necesidad es el agua. En la cultura árabe, debido a las rigurosas condiciones climáticas del territorio donde se desarrolló originariamente el islam, el jardín concede una importancia fundamental al empleo del agua, tanto en lo referente a la infraestructura necesaria para conducirla y hacerla llegar a los lugares requeridos (acequias, canales subterráneos, acueductos), como a los dispositivos necesarios para su distribución por el jardín propiamente dicho (albercas, canalillos, fuentes). Gracias a esta sabia utilización del agua los árabes lograron jardines verdaderamente exuberantes, en los que junto a árboles frondosos crecían toda clase de flores ornamentales. La relación entre vegetación y agua ha sido siempre muy estrecha, llegando incluso hasta el plano puramente sensorial. En efecto, al igual que ocurre con la vegetación, el sonido que produce el agua

²⁷ Véase al respecto, ALMENDROS COCA, M.A. "Aspectos climáticos del parque del Retiro (Madrid)". *Estudios geográficos*, LIII, 207 Abril-junio, 1992, pp. 217-239.



Jardines de la Agricultura

«El jardín —desde su origen, el nuestro, el del universo— es el lugar donde se consuma la reunificación del hombre y las cosas, de la naturaleza y la cultura».

J. A. Valenté. *El reino milenario*

cuando fluye es verdaderamente un amortiguador, en este caso sonoro, de otros ruidos más molestos, que favorece la relajación y crea ambientes cargados de un indudable atractivo; cuando llueve mansamente o se encuentra cerca un surtidor de agua la gente habla más despacio, casi a media voz, grita menos y conversa más, quizás para poder oír el sonido del líquido elemento, a veces me he preguntado si el clima atmosférico o el microclima pueden influir de algún modo en el temperamento de las personas. Y es que el agua es también creadora de microclimas, aporta frescor y humedad al ambiente y, en último extremo, como la vegetación, también es un magnífico separador de espacios, pues representa una barrera a veces mucho más eficaz y, en todo caso, más agradable que un simple muro o cualquier otro tipo de obstáculo.

140

Hasta mediados del siglo actual, Córdoba, como la mayor parte de las ciudades, disponía de un espacio periurbano relativamente extenso que, indirectamente, debía desempeñar una importante función desde el punto de vista medioambiental. Me estoy refiriendo a las zonas de ruedo que circundaban los núcleos de población, en cuyo espacio se combinaban bajo un sistema de cultivo intensivo cereales, frutales y diversos productos hortícolas para el abastecimiento diario de los habitantes. Pero, paralelamente a esta función agrícola, los ruedos y las huertas tradicionales desempeñaban también el papel de auténticos cinturones verdes alrededor de las ciudades, una especie de jardines periurbanos que ejercían de barrera contra los vientos más fuertes y moderaban la temperatura de las masas de aire que penetraban en el interior del núcleo urbano. Esta circunstancia, unida al tipo de vivienda predominante (casa con patio interior y abundante vegetación) y a un pavimento poco agresivo con el ambiente, debía favorecer sin duda un gradiente térmico horizontal entre el campo y la ciudad mucho más suave que el que se da actualmente.

Este espacio periurbano constituye sin ningún género de dudas el componente del paisaje que más agresiones ha sufrido en las últimas décadas, como consecuencia del intenso proceso de urbanización. En la actualidad, las zonas ajardinadas se concentran preferentemente en el interior del casco urbano, lo que justifica en cierta medida las reducidas dimensiones que presentan en comparación con el resto del espacio urbanizado, y, por lo mismo también, las insignificantes alteraciones microclimáticas que son capaces de generar dentro del conjunto del clima urbano. Las observaciones que hemos llevado a cabo en este sentido indican claramente que la mayor parte de las zonas ajardinadas de la ciudad de Córdoba desempeñan ante todo una función estética y como



En la mayor parte de las zonas ajardinadas de Córdoba se ha antepuesto la funcionalidad estética a la microclimática, algo difícil de comprender en zonas de clima cálido. Un ejemplo de ello lo constituyen los jardines de la Merced.

áreas de esparcimiento, pero desde el punto de vista del medio ambiente climático sus repercusiones son muy poco relevantes, especialmente durante el verano que es cuando más falta hacen. Algunas zonas, no obstante, sí funcionan como microislas durante una parte del año, como es el caso del espacio verde que circunda los terrenos del INIA, próximos al cauce del río Guadalquivir, y en mucha menor medida del parque Cruz Conde, según hemos tenido ocasión de comprobar en los perfiles térmicos y en los mapas de isotermas. Pero, al margen de esto, en la mayor parte de los espacios verdes de la ciudad el gradiente térmico en relación con el exterior es muy suave, a veces casi inexistente.

142

En el cuadro 16 aparecen resumidos los datos de temperatura y humedad relativa registrados a diferentes horas del día en tres zonas ajardinadas distintas, que reproducen perfectamente las diversas tipologías de espacios verdes existentes en la ciudad: por un lado, los *jardines de la Agricultura*, creados en la segunda mitad del siglo XIX, probablemente los más ricos en especies vegetales de cuantos existen en Córdoba; por otro lado, los *jardines de la Merced*, también llamados de Colón, promovidos inicialmente en 1835 por el conde de Torres Cabrera aunque su diseño actual y definitivo data de 1920-1925, recientemente han sufrido una profunda remodelación que ha supuesto, entre otras cosas, cambios en la masa vegetal y la sustitución parcial del pavimento de tierra por baldosas de cemento; y por último, el pequeño *jardín de la plaza de la Magdalena*, en el extremo oriental del casco histórico.

Los resultados, como se puede comprobar, confirman plenamente lo que venimos comentando. Durante la mayor parte de la jornada, los espacios verdes tan sólo se mantienen ligeramente más frescos y húmedos que el espacio exterior circundante, excepto al mediodía que permanecen prácticamente igual. No obstante, entre los tres conjuntos ajardinados se advierten algunas diferencias de matiz.

En el jardín de la plaza de la Magdalena la evolución diaria de la temperatura y de la humedad relativa es prácticamente similar a la que se registra en el exterior, de manera que cualquier comentario resulta innecesario: sencillamente este pequeño jardín sólo cumple una funcionalidad estética, que por otro lado es siempre más subjetiva, mientras que la funcionalidad microclimática, que en ciudades como Córdoba es necesario anteponerla a cualquier otra, resulta por completo inexistente.

Las restantes zonas ajardinadas tampoco se hacen notar en exceso. Los jardines de la Merced permanecen durante toda la jor-

nada apenas unas décimas de grado más frescos que el espacio exterior; el contraste más fuerte (1,2°C) se registra a las 24 horas (GMT), pero es necesario aclarar que momentos antes de la toma el jardín había sido regado.

Por último, en los jardines de la Agricultura se registra un contraste térmico ligeramente más intenso que en los anteriores, sin embargo al cabo del día no llega a significar siquiera un grado y medio de diferencia; los máximos contrastes se registran a la caída de la tarde (19 horas GMT) con 1,3°C y al comienzo de la mañana con 1,2°C; a medianoche el gradiente termohigrométrico es mucho más suave (0,7°C), en tanto que al mediodía es prácticamente nulo.

Cuadro 16

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA OBSERVADAS EN DISTINTAS ZONAS AJARDINADAS DE LA CIUDAD

HORAS (GMT)	JARDÍN PLAZA DE LA MAGDALENA (14 de julio de 1995)				JARDINES DE LA MERCED (15 de julio de 1995)				JARDINES DE LA AGRICULTURA (19 de julio de 1995)			
	EXTERIOR		INTERIOR		EXTERIOR		INTERIOR		EXTERIOR		INTERIOR	
	HR %	T °C	HR %	T °C	HR %	T °C	HR %	T °C	HR %	T °C	HR %	T °C
6,00	44,6	23,7	46,0	23,4	41,0	24,7	44,3	23,8	31,6	26,9	38,1	25,7
12,00	17,4	35,3	17,2	35,3	17,3	34,9	19,5	35,0	9,8	41,7	12,7	41,7
19,00	17,5	36,5	17,1	36,5	18,8	35,1	19,8	34,8	10,1	39,5	13,8	38,2
24,00	26,5	31,8	26,7	31,8	26,9	31,4	32,6	30,2	29,3	32,0	32,7	31,3
MEDIA	26,5	31,8	26,8	31,8	26,0	31,5	29,1	31,0	20,2	35,0	24,3	34,2

4.2.- Calles y plazas. Importancia del pavimento en el clima urbano

144

Frente a la escasa incidencia microclimática que manifiestan la mayor parte de las zonas ajardinadas de la ciudad, en determinadas plazuelas y calles hemos tenido la oportunidad de observar un comportamiento distinto y, sobre todo, enormemente interesante. En mi opinión, esta diferencia tiene mucho que ver con el particular diseño urbanístico que presentan dichos enclaves, especialmente en lo que respecta a la presencia de tres elementos básicos: la orientación, el grado de exposición a los rayos solares y el tipo de pavimento. Veamos hasta qué punto interviene cada uno.

La característica más destacable del pavimento en el medio urbano es su escaso poder de reflexión, lo que significa que es ante todo un extraordinario acumulador de calor. En períodos sobrecalentados, se considera que cae aproximadamente el doble de energía sobre una superficie horizontal (tejado, suelo) que sobre un muro vertical. Ello quiere decir que el calor que recibimos poniéndonos a la sombra de un voladizo nos puede venir de otra forma: desde el suelo, presionando hacia dentro de los edificios²⁸. En Córdoba, las elevadas temperaturas que se registran son el resultado de una radiación solar incidente que se mantiene relativamente alta durante gran parte del año, como queda de manifiesto en la figura 24 en la que hemos reflejado la variación anual del ángulo de incidencia de los rayos solares. Desde el punto de vista del planeamiento, esta circunstancia se debería tener muy en cuenta a la hora de tratar el pavimento en el medio urbano, sin embargo en muchos enclaves de la ciudad esto no sólo no ha sido así, sino que los diseñadores se han decantado claramente por los espacios «duros», lo cual es absolutamente desaconsejable en zonas de clima cálido como la nuestra.

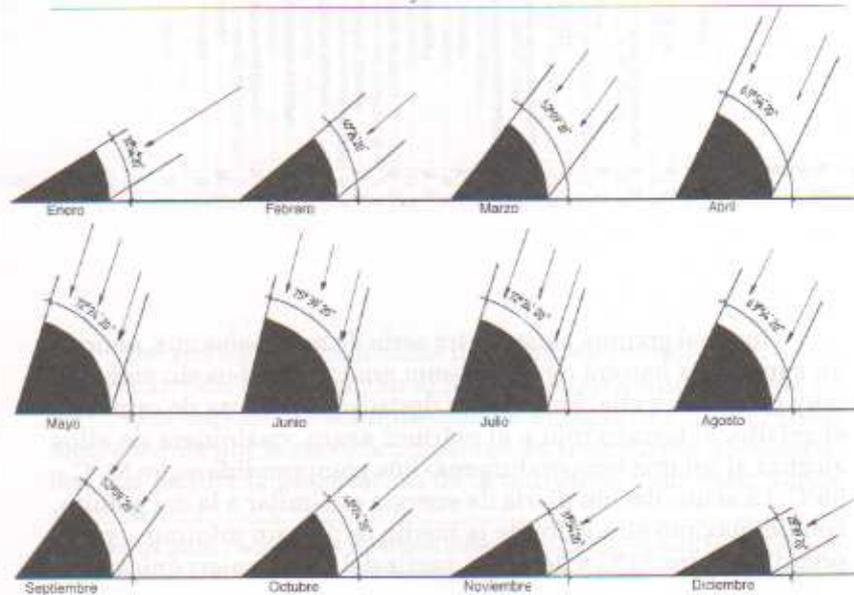
Para poder apreciar con detalle la importancia que tiene el tratamiento del pavimento en el contexto del clima urbano, hemos llevado a cabo una serie de mediciones sobre diferentes tipos de

²⁸ USLÉ ÁLVAREZ, J.: *Clima y urbanismo. El clima en el diseño y en el planeamiento urbano*. Dpto. Publicaciones de Alumnos de la E.T.S. Arquitectura, Madrid, 1971.

materiales, utilizando como instrumento de medida un termómetro de infrarrojos automático modelo «Raytek PM Plus», que registra con exactitud la temperatura de emisión del material. La experiencia se realizó el día 2 de agosto de 1995 sobre pavimentos expuestos tanto al sol como a la sombra, efectuándose los registros al comienzo de la mañana (0,8 horas GMT), al mediodía (12 horas GMT), por la tarde (16 horas GMT) y por la noche (22 horas GMT). Los resultados aparecen reflejados al pie de cada una de las figuras correspondientes a los distintos tipos de pavimento (figs. 25 a 42). Antes que nada he de decir que me he quedado realmente impresionado con los resultados obtenidos, pero no tanto por la espectacularidad de los datos cuanto sobre todo por las enormes diferencias microclimáticas que hemos llegado a observar entre lugares muy próximos; piénsese, por ejemplo, en diferencias de casi treinta grados centígrados entre una pared encalada y el inmediato pavimento de granito o de cemento; o en diferencias de más de doce grados centígrados en distancias de apenas unos pocos centímetros como las que separan las piedras del pequeño hueco de tierra que las circunda en un pavimento de empedrado. Pero veamos todo ello con más detalle.

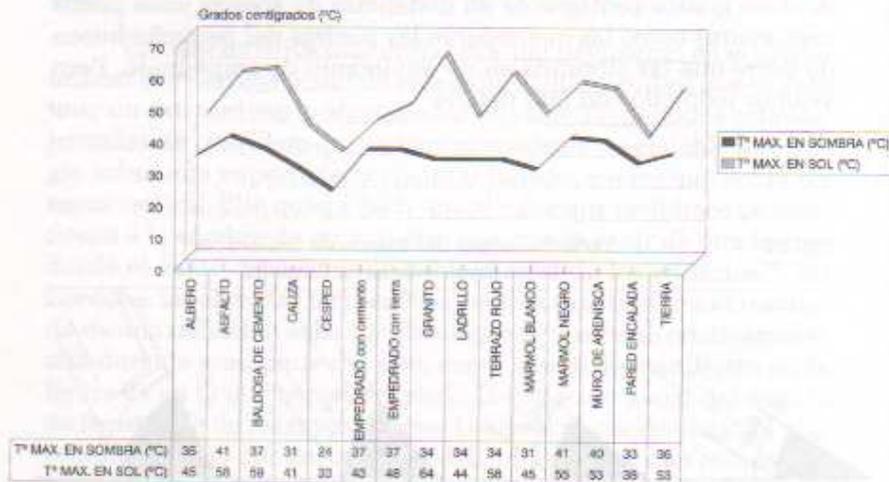
145

Fig. 24 Variación anual del ángulo de incidencia de los rayos solares en Córdoba



El granito es el único material que supera al sol los sesenta grados centígrados, exactamente hemos llegado a registrar 64°C; se trata, por lo tanto, del pavimento que más energía acumula a lo largo de una jornada. Esta concentración de calor es además progresiva desde el comienzo de la mañana hasta por la tarde (ver figura 35), que es cuando llega a marcar el máximo de temperatura. A partir del ocaso solar la temperatura sufre un brusco descenso, alcanzándose el mínimo (31°C) alrededor de las 22-23 horas (GMT); la oscilación térmica es por consiguiente fortísima: nada menos que 33°C.

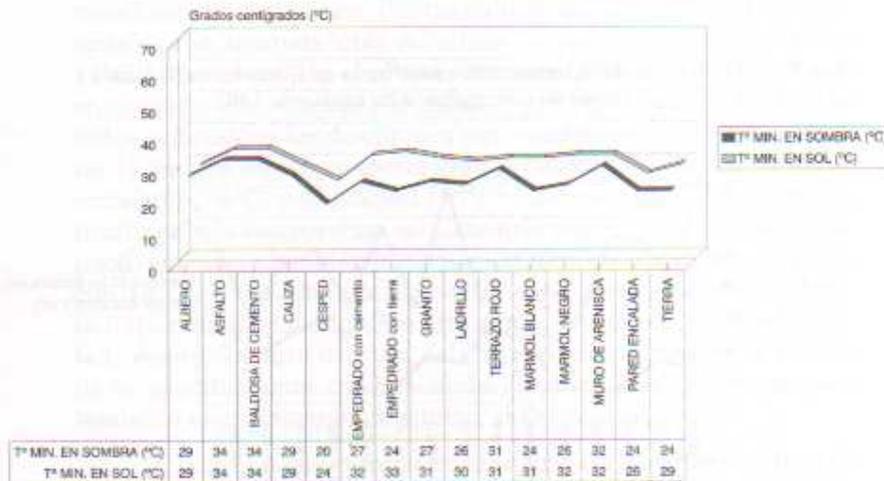
146 Fig. 25 Temperatura máxima alcanzada en Córdoba en distintos tipos de materiales. 2 de agosto de 1995



Junto al granito, existen otra serie de materiales que, aunque no superan la barrera de los sesenta grados, quedan sin embargo muy próximos a ella. Entre todos destacan la baldosa de cemento, el asfalto, el terrazo rojo y el mármol negro, cualquiera de ellos alcanza al sol una temperatura máxima comprendida entre 55°C y 59°C. La acumulación diaria de energía es similar a la del granito, con un máximo alrededor de la media tarde y un mínimo —comprendido entre 31°C y 34°C— a partir del ocaso solar; únicamen-

te el asfalto alcanza el mínimo de temperatura al comienzo de la mañana. En estos pavimentos la amplitud térmica es también muy elevada, oscilando entre los 27°C del terrazo rojo y los 23°C del mármol negro. Resulta sumamente significativo este comportamiento térmico del mármol negro en comparación con el que traduce el mármol blanco, cuya temperatura máxima es nada menos que diez grados centígrados inferior a la de aquél²⁹, tanto al sol como a la sombra; este fenómeno se debe fundamentalmente al color, pues los cuerpos oscuros o negros absorben más el calor que los claros, o lo que es igual, tienen un albedo muy bajo frente a los claros o blancos que lo tienen muy alto.

Fig. 26 Temperatura mínima alcanzada en Córdoba en distintos tipos de materiales. 2 de agosto de 1995

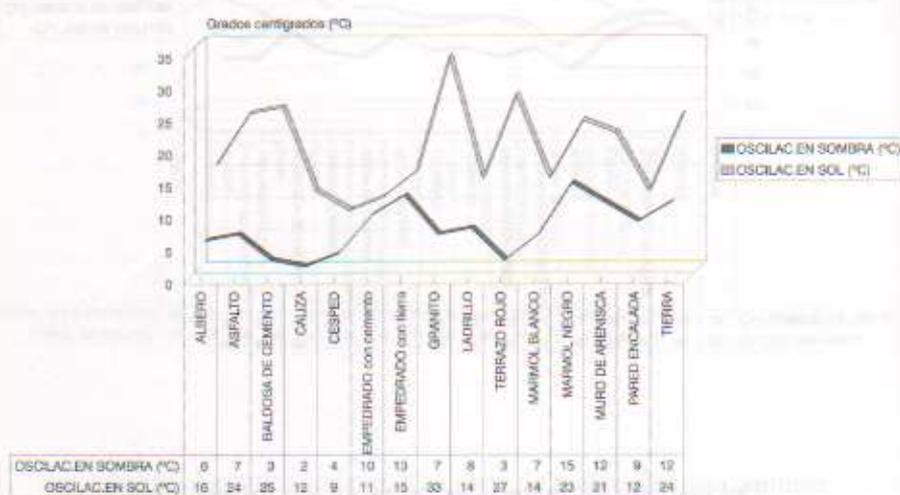


Del resto de los materiales destacan, en primer lugar, la tierra y la arcilla, que alcanzan al sol una temperatura máxima de 53°C; esta importante acumulación de energía se explica fundamentalmente por la elevada porosidad de ambos tipos de materiales, que facilita la penetración de la radiación solar hasta varios

²⁹ Debemos hacer constar que las tomas sobre mármol fueron realizadas con una separación de 2,5 metros, aproximadamente, entre el color blanco y el negro.

centímetros de profundidad; con posterioridad la sueltan con bastante rapidez, llegando a marcar una oscilación térmica diaria comprendida entre 21°C y 24°C. El factor porosidad debe influir sin duda en el ritmo térmico que presenta otro tipo de pavimento, el empedrado con tierra, cuya temperatura máxima al sol es igualmente elevada: 48°C. Hemos de señalar, al respecto, que en este material los registros térmicos hacen referencia a las piedras que componen el pavimento, puesto que la tierra que hace de cementador en los intersticios registra siempre una temperatura muy superior, a causa fundamentalmente de su elevada porosidad: en concreto, tres grados centígrados más elevada que las piedras a las 0,8 horas GMT (es decir, 38°C); once grados más a las 12 horas GMT (56°C); y ocho grados más a las 16 horas GMT (56°C); a la sombra estas mismas diferencias oscilan en torno a +2°C ó +3°C en favor de la tierra, excepto por la noche lógicamente.

Fig. 27 Oscilación de la temperatura registrada en Córdoba en distintos tipos de materiales. 2 de agosto de 1995



En relación con lo expuesto, conviene destacar otro aspecto interesante que refuerza aún más las características distintivas de algunas clases de pavimento: la tierra, el empedrado con tierra, el ladrillo y el césped conforman el grupo de materiales que más

rápidamente aumentan su temperatura interna, lo que significa que son los únicos pavimentos que alcanzan la máxima temperatura hacia el mediodía (12 horas GMT), mientras que el resto de los materiales continúa varias horas más acumulando calor y alcanzan el máximo térmico alrededor de la media tarde (16 horas GMT). Estas mismas características son las que permiten diferenciar el empedrado con tierra del empedrado con cemento, que, aunque pueda resultar sorprendente, registra una temperatura máxima cinco grados centígrados más baja que la del primero; este esquema se invertiría casi con toda seguridad, si en vez de estar la tierra completamente desnuda y seca hubiese estado convenientemente humedecida y con algo de césped; hemos de tener en cuenta en este sentido que el año 1995 ha sido especialmente seco y caluroso, lo que ha favorecido por capilaridad la evaporación de la humedad existente en las capas inferiores del suelo.

149

El resto de los pavimentos presenta unos registros térmicos sensiblemente más bajos. Por un lado, destaca un conjunto de materiales con temperaturas máximas comprendidas entre 41°C y 45°C, compuesto por el albero, el mármol blanco, el ladrillo, el empedrado con cemento y la caliza. Y por otro lado, por encima de todos, sobresalen los dos únicos pavimentos que no llegan a superar la barrera de los cuarenta grados centígrados al sol: la pared encalada (38°C) y el césped (33°C); ambos materiales registran igualmente la temperatura mínima más baja con 26°C y 24°C, respectivamente, y también la oscilación térmica diaria más pequeña con 12°C y 9°C cada uno. En climas cálidos como el de Córdoba, la importancia que adquiere este ritmo térmico de la pared encalada desde el punto de vista del microclima interior de la vivienda es, sencillamente, enorme; dicho en pocas palabras, su comportamiento es prácticamente similar al del césped.

A la sombra, el ritmo térmico diario de los diversos tipos de pavimento no difiere mucho del que acabamos de ver, aun cuando existen algunas excepciones significativas. Sorprende sobre todo la temperatura máxima que alcanzan el granito y el terrazo rojo, ambos con 34°C, es decir, nada menos que 30°C y 24°C, respectivamente, por debajo de lo que llegaban a alcanzar al sol. Algo parecido sucede con la baldosa de cemento (41°C), que también marca una diferencia fortísima (22°C) en relación con la temperatura que alcanzaba al sol. Del resto de los materiales destacan, por este orden, el asfalto, el mármol negro y la arenisca, que son los que registran las máximas temperaturas a la sombra, quedando todos ligeramente por encima de los cuarenta grados centígrados; un segundo grupo, con temperaturas comprendidas entre 36°C y

37°C, lo integran la baldosa de cemento, el empedrado —tanto en cemento como en tierra—, y finalmente la tierra desnuda. Por último, conviene destacar nuevamente el escaso registro térmico que alcanza a la sombra la pared encalada, ya sea a nivel de temperatura máxima (33°C) como de temperatura mínima (24°C).

No es necesario insistir mucho para darse cuenta de que el tema que estamos tratando tiene realmente importancia. Por ello, para poder apreciar con más detalle la incidencia real de este y de otros factores a nivel microclimático, decidimos llevar a cabo un breve recorrido a pie, midiendo y comparando la temperatura y la humedad relativa en determinados enclaves de la ciudad, comenzando por el centro urbano (plaza de las Tendillas) y continuando por otra serie de enclaves que tienen en común el hecho de haber sido objeto de una remodelación urbanística reciente: avenida del Gran Capitán —en el tramo que va desde la plaza de San Nicolás hasta Ronda de los Tejares—, plaza de la Compañía y plaza del poeta Juan Bernier. Paralelamente, también llevamos a cabo otra serie de mediciones en distintos puntos del barrio de la Judería, en los que aún es posible observar la huella del urbanismo tradicional: calle Pedro Muñoz, calle Cabezas, calle Osio, calleja de las Flores y plaza de la Hoguera. El recorrido tuvo lugar el día 18 de agosto de 1995, entre las 7,20 horas y las 8,30 horas (GMT), es decir, con una diferencia de una hora y diez minutos entre el comienzo y el final del trayecto. Esta diferencia horaria tuvo que hacerse notar indudablemente en un ligero incremento de los valores térmicos correspondientes al tramo final del recorrido; sin embargo, considero que esta pequeña licencia metodológica contribuye a reforzar aún más los resultados obtenidos. La secuencia completa queda reflejada en el cuadro 17.

Como se puede ver, las diferencias entre el área más céntrica de la ciudad y los enclaves del barrio de la Judería oscilaron entre un máximo de 4,1°C entre la plaza de la Compañía y la calle Pedro Muñoz, y un mínimo de 2,9°C entre la misma plaza y la calleja de las Flores, es decir, en cualquier caso bastante amplias para un trayecto realmente corto que en ningún momento llegó a superar los 600 metros de distancia. Sin embargo, en mi opinión la distancia no es el factor que permite explicar estos contrastes microclimáticos tan acusados, sino más bien otra serie de elementos de carácter urbanístico relacionados fundamentalmente con la orientación, el tipo de pavimento y el grado de exposición.

En efecto, frente al modelo de plaza central abierta, asfaltada y/o cementada característico de las Tendillas o de la Compañía, en el barrio de la Judería se observa un urbanismo distinto en el que



151

Al inadecuado tratamiento del pavimento hay que sumar con frecuencia una más que dudosa calidad estética. El uso del espacio como lugar de aparcamiento termina por poner la nota discordante. *Plaza de la Compañía.*

Cuadro 17

**TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA OBSERVADAS
EN DISTINTOS PUNTOS DE LA CIUDAD
(18 DE AGOSTO DE 1995)**

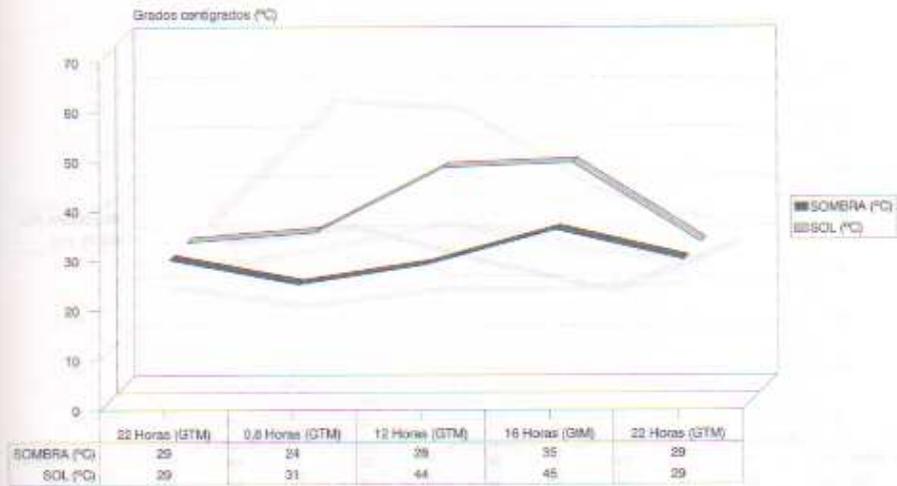
Hora (GMT)	Lugar	Temperatura °C	Humedad Relativa %
7,20	Pl. Tandillas	24,0	52,7
7,25	Av. Gran Capitán	24,0	51,9
7,30	Pl. Compañía	24,7	52,0
7,40	Pl. Juan Bernier	24,2	53,0
7,50	C/ Pedro Muñoz	20,6	55,1
8,00	C/ Cabezas	20,7	57,1
8,10	C/ Osio	21,2	55,0
8,20	Cja. de las Flores	21,8	53,1
8,30	Pl. de la Hoguera	21,7	54,0

152

destacan los siguientes elementos: un grado de exposición a los rayos solares reducido al mínimo como consecuencia de la estrechez de las calles, que en ningún caso llegan a superar los 3-4 metros de anchura, y una orientación predominante en sentido norte-sur. Ambos aspectos dan como resultado que la radiación solar apenas incida directamente ni sobre el pavimento, constituido por empedrado y/o losas de piedra, ni tampoco en la fachada de las casas, en las que el tipo predominante lo constituye la vivienda unifamiliar tradicional con dos plantas y paredes exteriores encaladas.

Estas microislas de frescor de la Judería tuvieron su contrapunto en los enclaves situados en el área más céntrica de la ciudad, que funcionaban más bien a modo de microislas de calor dentro del conjunto del clima urbano. Las razones que explican este contraste parecen también bastante obvias: tanto la avenida del Gran Capitán como las plazas de la Compañía y del poeta Juan Bernier, tienen en común el hecho de ser espacios abiertos, en los que el grado de exposición a los rayos solares resulta máximo desde el orto hasta el ocaso y donde predominan además dos tipos de pavimento mucho más agresivos desde el punto de vista microclimático: el granito y el cemento. El resultado, como se puede ver en el cuadro 17, se concretó en unas diferencias de temperatura que, en algunos casos, como en la plaza de la Compañía, llegaron a superar los cuatro grados centígrados en relación con otros enclaves de la Judería, y ello a pesar de haberse efectuado las mediciones casi una hora y cuarto antes.

Fig. 28 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en albero expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995



153

Fig. 29 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en asfalto expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995

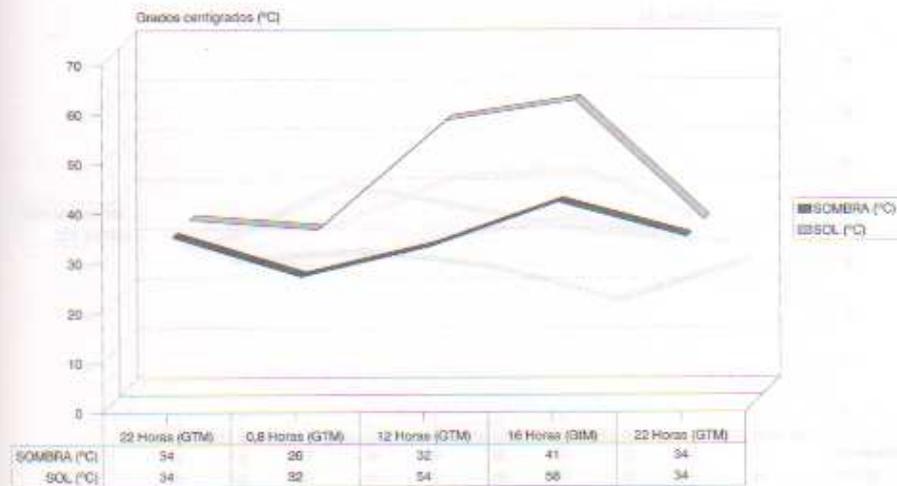
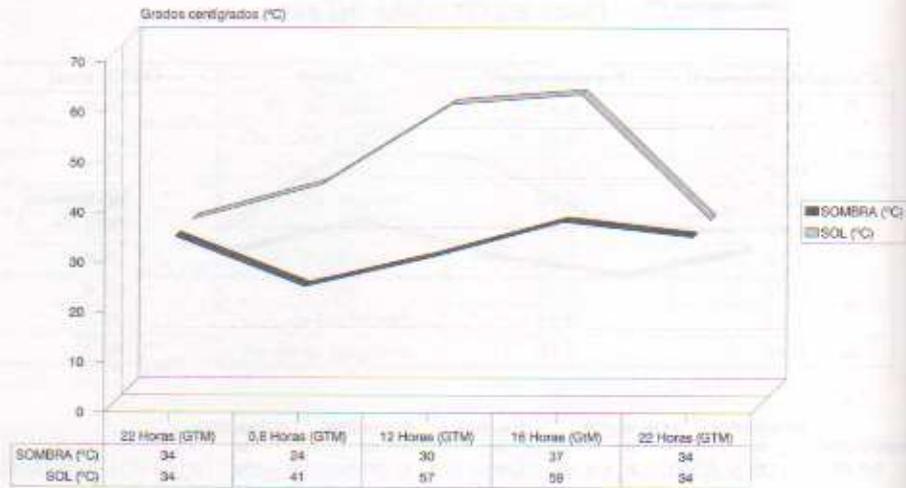


Fig. 30 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en baldosa de cemento expuesta al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995



154

Fig. 31 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en caliza expuesta al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995

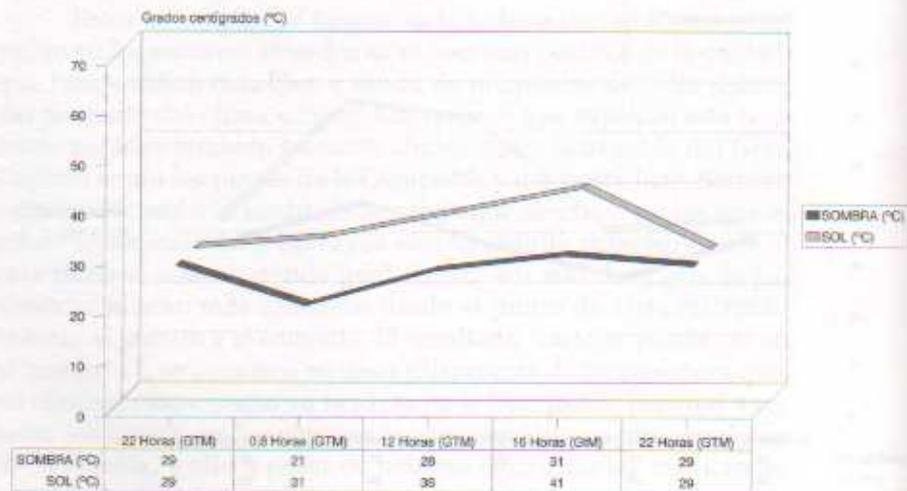
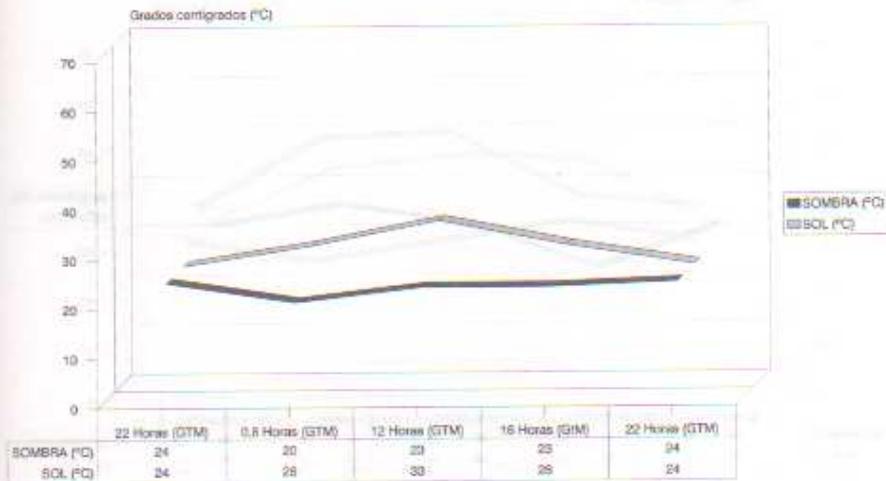


Fig. 32 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en césped expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995



155

Fig. 33 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en empedrado con cemento expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995

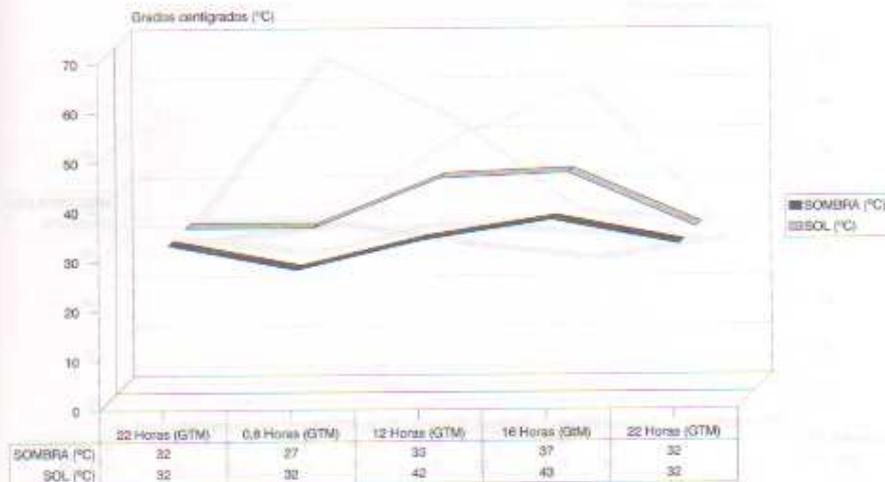
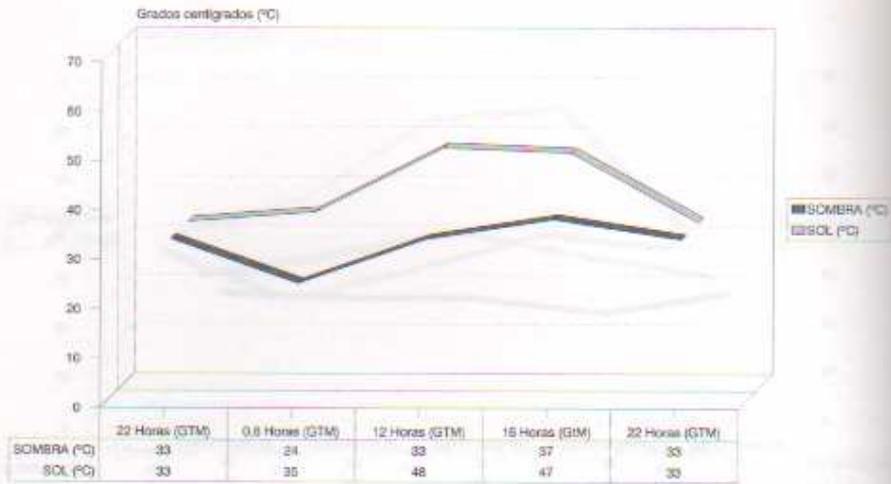


Fig. 34 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en empedrado con tierra expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995



156

Fig. 35 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en granito expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995

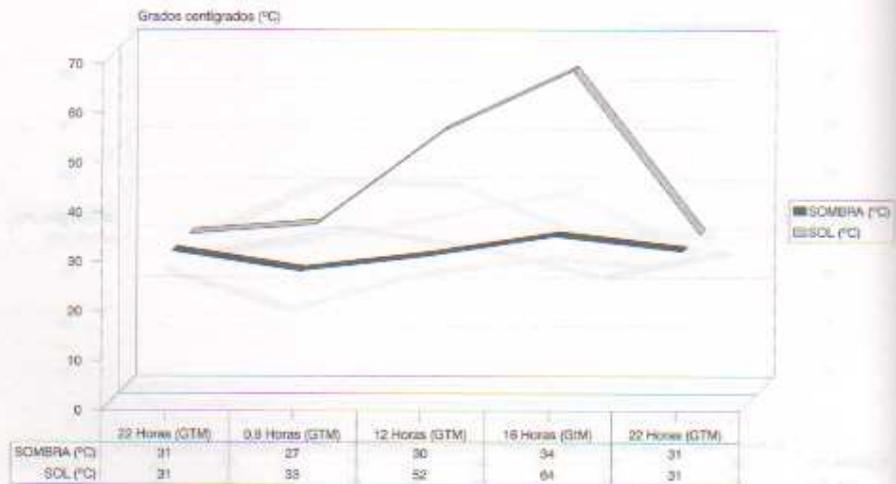
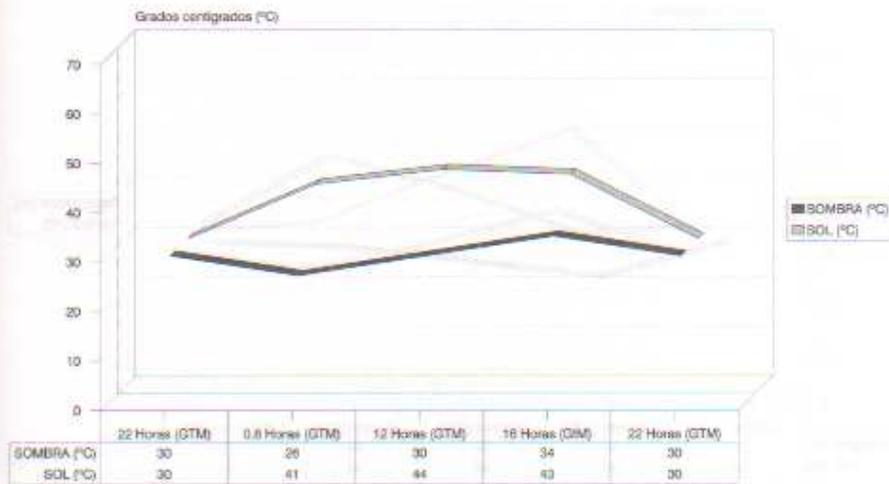


Fig. 36 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en ladrillo expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995



157

Fig. 37 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en terrazo rojo expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995

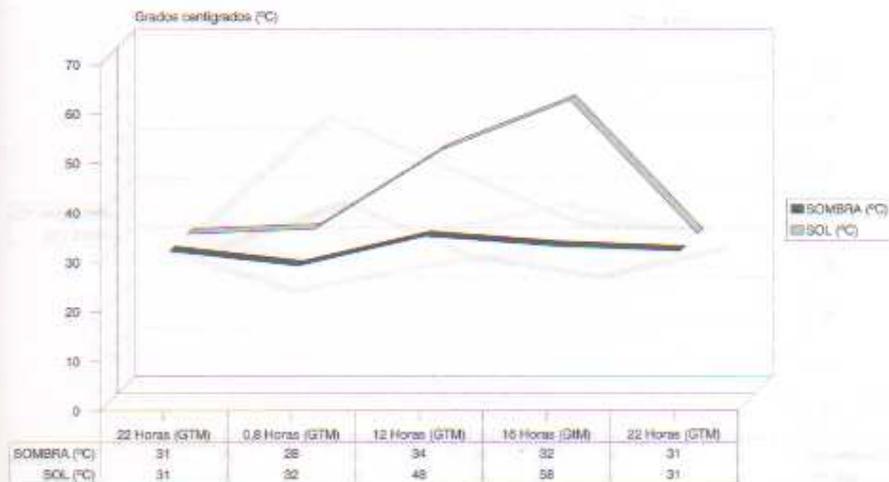
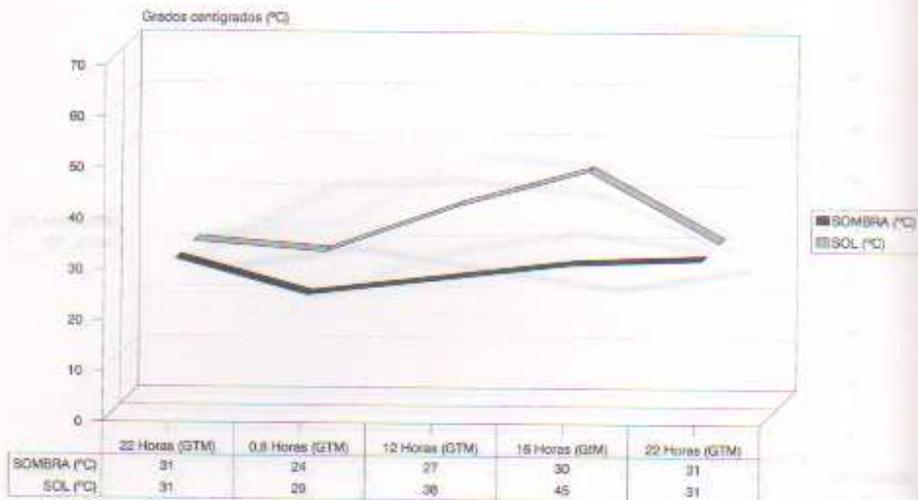


Fig. 38 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en mármol blanco expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995



158

Fig. 39 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en mármol negro expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995

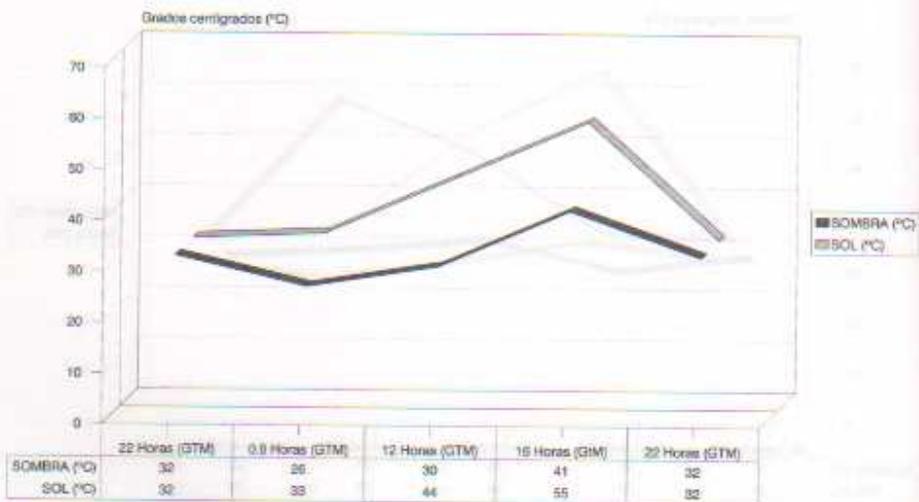
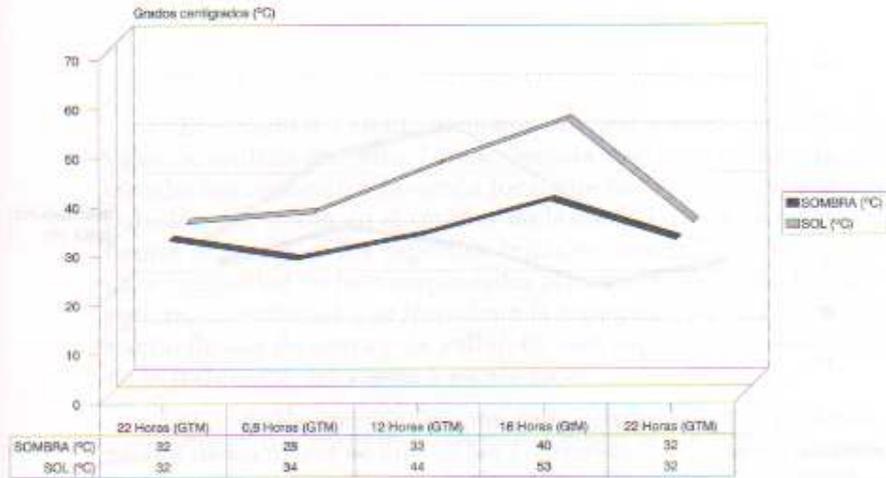


Fig. 40 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en muro de arenisca expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995



159

Fig. 41 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en pared encalada expuesta al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995

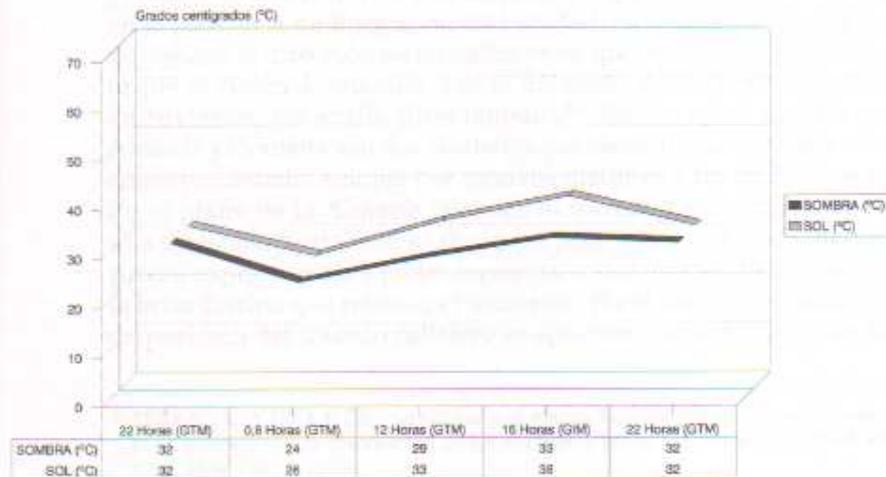
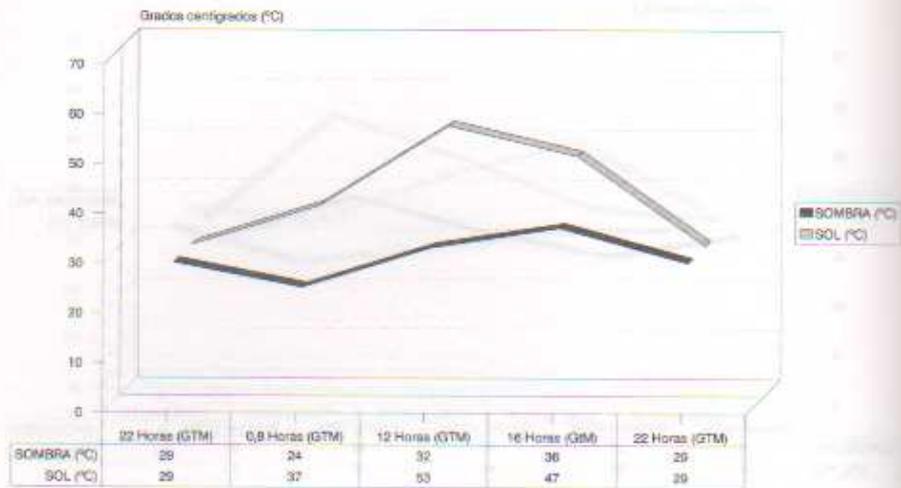


Fig. 42 Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en tierra expuesta al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995



160

5.- El viento en la ciudad. Consideraciones desde el punto de vista medioambiental

El estudio del viento tiene que ver, básicamente, con dos niveles de análisis distintos: la macroescala, que hace referencia a la circulación regional, y la escala local que hace referencia a la circulación del viento en el interior de la ciudad. De la primera nos hemos ocupado en los capítulos iniciales, analizando la frecuencia e intensidad de las componentes principales así como las alteraciones mecánicas que introduce la topografía en la acción del viento (brisas de sierra y de valle). En este capítulo vamos a tratar de la influencia del viento a escala local.

161

Uno de los efectos directos de la urbanización es la canalización de las masas de aire en las proximidades del suelo a través de las calles rectilíneas; este movimiento del aire no disminuye la temperatura, pero provoca una sensación de frescor debido a la pérdida de calor del cuerpo humano por convección. Desde el punto de vista del planeamiento, se considera de gran interés saber utilizar el movimiento del aire para seleccionar en lo posible aquellos vientos que sean más beneficiosos para el confort. En este sentido, en bastantes ciudades ha podido estudiarse la dirección del viento teniendo en cuenta únicamente el trazado callejero. Por citar algunos ejemplos de correspondencia entre viento dominante y trazado viario, cabe destacar en primer lugar el caso de Bribiesca, en la provincia de Burgos; en esta ciudad, cuyo trazado es de plano regular, la dirección de las calles es tal que se evita perfectamente que el viento dominante, que es del norte, por lo tanto muy frío en invierno, las enfle directamente³⁰. En la región andaluza, Almería y Granada son dos ciudades que ejemplifican también esta correspondencia, aunque por motivos distintos a los de Bribiesca. En el plano de la Almería islámica el trazado de las calles sigue una dirección norte-sur, es decir, perpendicular a la costa, lo que parece explicarse para poder lograr un mejor aprovechamiento de la brisa marina que refresca el ambiente. En el caso de Granada, la disposición del trazado callejero se aproxima también mucho a la

³⁰ TERÁN TROYANO, F. DE: "La ciudad y el viento. Estudio del problema del viento en relación con la disposición de los núcleos urbanos". *Arquitectura*, nº 48, 49 y 50, años 1962 y 1963.

orientación norte-sur, con lo cual se aprovechan los vientos frescos del cuarto cuadrante y los vientos catabáticos igualmente frescos provenientes de las cumbres de sierra Nevada.

Por lo que respecta a Córdoba, el plano urbano parece demostrar que, desde la primitiva ciudad romana hasta comienzos del siglo actual, el trazado de las calles ha favorecido ante todo la orientación norte-sur, muy probablemente para poder captar el beneficio térmico de los vientos del norte y las brisas de la sierra; la orientación oeste-este puede explicarse a su vez porque coincide con la dirección del río Guadalquivir, que en la práctica representa un auténtico corredor natural de aire que favorece la entrada de los vientos de componente oeste/suroeste, que son los que alcanzan la frecuencia más alta en la capital. En un clima cálido como el de Córdoba, debería procurarse por todos los medios dar las máximas facilidades a estos vientos locales, encauzándolos y dirigiéndolos para aprovechar sus efectos beneficiosos. La presencia de una brisa catabática procedente de las estribaciones de sierra Morena, que refresca el ambiente y remueve el aire viciado de la ciudad, es un asunto que debería tenerse muy en cuenta a la hora de planificar, procurando que el menor número posible de obstáculos interrumpa la libre circulación de este flujo. La preservación del paisaje natural de la solana de la sierra, sometido a continuas agresiones por causa de la expansión urbanística, es una necesidad que tiene mucho que ver con este tema, pues el microclima que se genera en ese espacio periurbano facilita el mecanismo de las brisas y les imprime su sello característico.

Otra cuestión importante tiene que ver con la circulación del viento en el interior de la ciudad. A esta escala los edificios y las calles, con su variedad de formas y volúmenes, hacen difícil conocer, siquiera sea de forma aproximada, los flujos de aire que se producen. Se admite, no obstante, que hasta una altura aproximada de 40 metros las velocidades y direcciones varían mucho, dependiendo del trazado de las calles y del volumen de las casas: hay calma en el fondo de los espacios cerrados; por el contrario es notable la intensidad del viento cuando se canaliza por vías orientadas en la misma dirección, formándose remolinos en los cruces con calles perpendiculares; estos últimos resultan esenciales para la evacuación de los contaminantes que se originan a nivel del suelo, en especial el monóxido de carbono producido por los automóviles.

En el momento actual, es necesario tener en cuenta muchos más elementos valorativos que en el pasado a la hora de estudiar

el viento en la ciudad, la estructura urbana apenas se parece a la de hace un siglo y lo que antes interesaba hoy día puede resultar simplemente superfluo. Por ello, en la actualidad es importante analizar y seleccionar los vientos teniendo en cuenta su máximo efecto sobre la ventilación ambiental a la hora de localizar centros y zonas industriales, crematorios, basureros; en estos casos, más que la velocidad interesa la frecuencia, la duración, de manera que habrá que seleccionar la resultante anual. El desconocimiento de estas cuestiones puede desembocar inevitablemente en una deficiente planificación.

Hoy día, el problema que tiene planteado la industria en lo que respecta a la contaminación, procede en buena medida de la inexistencia de una planificación climática. Se ha atendido fundamentalmente a criterios socioeconómicos, polarizándose las industrias cerca de las ciudades y en muchos casos a barlovento. En Córdoba pueden citarse algunos ejemplos significativos de este tipo de incongruencias. La fábrica de cementos Asland, situada en el extremo noreste de la ciudad, entra perfectamente dentro de esta casuística, no tanto por estar situada en plena trayectoria de los vientos de componente noreste, cuya frecuencia e intensidad son poco importantes a escala de la ciudad, sino sobre todo de las brisas catabáticas de la sierra, que indudablemente pueden servir como elemento de transporte de cualquier emisión contaminante, depositándola sobre los edificios más próximos a los focos de emisión.

Algo parecido puede decirse de la planta depuradora de la Golondrina, situada en la periferia oeste de la ciudad, en plena trayectoria de los vientos dominantes del tercer cuadrante, que indudablemente acarrean problemas de malos olores en los núcleos de población más próximos.

A nivel de planeamiento urbano, se advierten asimismo ciertas deficiencias en cuanto a la orientación de determinadas calles como la avenida de Granada, calle Jaén, avenida de Manolete, avenida de América, calle Guerrita y otras muchas dispuestas de forma similar; en cualquiera de ellas, da la impresión de que el urbanista pensó en dotarlas del máximo de aireamiento y ventilación, dando facilidades al viento para encauzarse entre los edificios dispuestos paralelamente a su dirección, es decir, exponiéndolas abiertamente a los vientos dominantes del oeste que son los que alcanzan las máximas velocidades en la capital; sin embargo, el error está en que no se tuvo en cuenta que la intensidad de estos flujos del oeste/suroeste es la más elevada de todas, llegando

a resultar incluso muy molesta cuando, como sucede en las citadas avenidas, apenas existen obstáculos —árboles, setos— que permitan amortiguar, por su función de pantalla, la velocidad del viento.

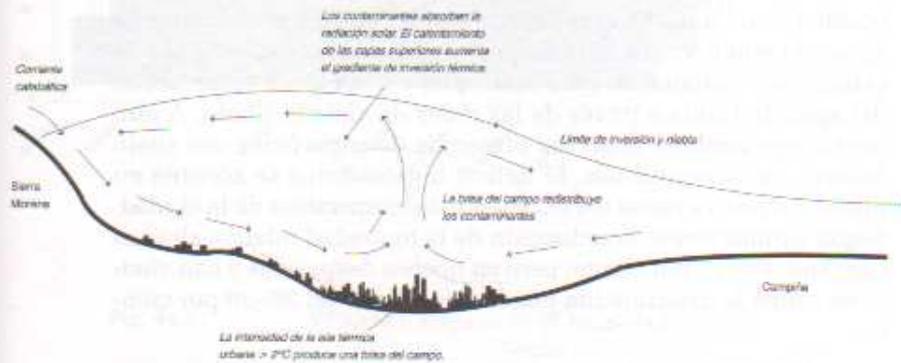
La isla de calor que forma la ciudad tiene, por otro lado, consecuencias importantes desde el punto de vista de la contaminación atmosférica. El aire caliente urbano tiende a ascender, generando una pequeña depresión que atrae tanto al aire frío —brisa del campo— como las partículas contaminantes emitidas en la periferia. En condiciones atmosféricas normales, estas partículas son transportadas hacia las capas altas por el aire caliente de la ciudad, y acaban siendo trasladadas hacia otros lugares por las corrientes de aire. Sin embargo, cuando en determinadas condiciones la temperatura a varios centenares de metros de altitud es superior a la registrada en superficie, o lo que es lo mismo, cuando existe una inversión de temperatura, el ascenso de las partículas queda bloqueado al topar con una capa de inversión que actúa como una auténtica tapadera térmica. En tales casos, si el aire está en calma la concentración de contaminantes puede aumentar de forma considerable absorbiendo una parte de la radiación solar, sobre todo la ultravioleta, que es transformada en calor (energía latente); este calentamiento de las capas superiores contribuye a aumentar aún más el gradiente de inversión térmica. Las mejores condiciones de ventilación se dan hacia el mediodía, puesto que el aumento de temperatura facilita que la polución pueda elevarse hasta varios centenares de metros.

164

Por el contrario, al comienzo de la mañana suele formarse el característico «tapón» contaminante sobre la ciudad, que generalmente llega a alcanzar la altura de los edificios más elevados. Durante la noche el esquema es muy parecido, en este momento la altura de la capa límite a partir de la cual desaparece la influencia térmica del suelo se estima que varía del siguiente modo: 270 metros de media en el campo abierto, 400 metros en las ciudades pequeñas y en las zonas periurbanas, y 420 metros en el área central de las grandes ciudades. Si aplicamos este gradiente al caso de Córdoba, donde las inversiones de temperatura entre la sierra y el valle hemos visto que constituyen un fenómeno habitual, podemos llegar a la conclusión de que la altura de la capa límite a partir de la cual desaparece la influencia térmica del suelo en la ciudad (420 m.), debe de quedar casi al mismo nivel que el límite de la inversión (Mirador, 490 m.) De ser así, el modelo teórico resultante sería muy similar al que aparece en la figura 43, en la que el carac-

terfístico «tapón» contaminante que genera la isla de calor urbano se extendería por toda la periferia norte hasta la altura del Mirador, en tanto que en la periferia sur la altura de la capa límite tendería a disminuir de manera progresiva hasta quedar situada a 270 m, aproximadamente, ya en plena zona de la campiña.

Fig. 43 Relación meteorología-contaminación durante una niebla en un valle
(Fuente: modificada de Elsen, 1990)



6.- Humedad Relativa

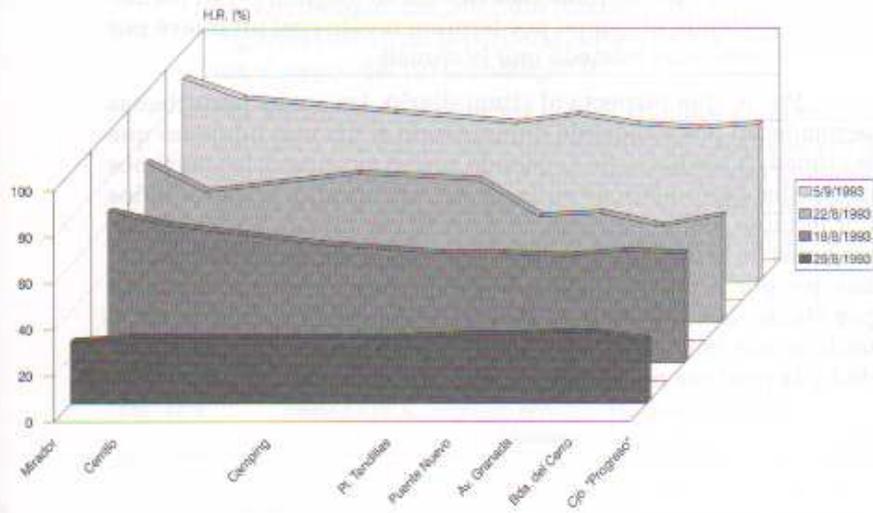
166 Para estudiar la evolución de este elemento climático, hemos seguido exactamente el mismo esquema metodológico que empleamos para estudiar la isla de calor urbano, por consiguiente no vamos a detenernos en comentar de nuevo este apartado. El aire de las ciudades presenta una cierta tendencia a contener un menor grado de humedad, tanto absoluta como relativa, que el de las zonas rurales, especialmente cuando el viento es débil y la nubosidad abundante. En el medio urbano la restitución del vapor de agua a la atmósfera es muy pequeña, debido a la inexistencia de grandes extensiones de agua estancada y a la rápida eliminación del agua de lluvia a través de las redes de alcantarillado. A ello contribuye también la escasa presencia de superficies con suelo natural o con vegetación. El déficit higrométrico se acentúa en último extremo a causa del excedente de temperatura de la ciudad. Según estimaciones, la reducción de la humedad relativa alcanza como media el 5 por ciento, pero en noches despejadas y con viento en calma la disminución puede llegar a ser del 20-30 por ciento.

En Córdoba no hemos registrado descensos tan fuertes, pero la evolución general de la humedad relativa no difiere en absoluto de la que acabamos de exponer. La secuencia que presenta este elemento climático a lo largo del año, aparece reflejada en las figuras adjuntas (figs. 44.1 a 44.4), en las que pueden destacarse los siguientes aspectos.

El núcleo central de la ciudad (Meliá, Malmuerta, Tendillas, Plaza de D. Gome, Plaza de la Magdalena, Plaza de San Andrés, Plaza de San Lorenzo y Plaza del Corazón de María), o lo que es lo mismo, las zonas con mayor densidad de edificios y menor superficie destinada a espacios verdes, se mantiene durante todo el año aproximadamente un seis por ciento más seco que la periferia rural, aunque con algunas variaciones estacionales:

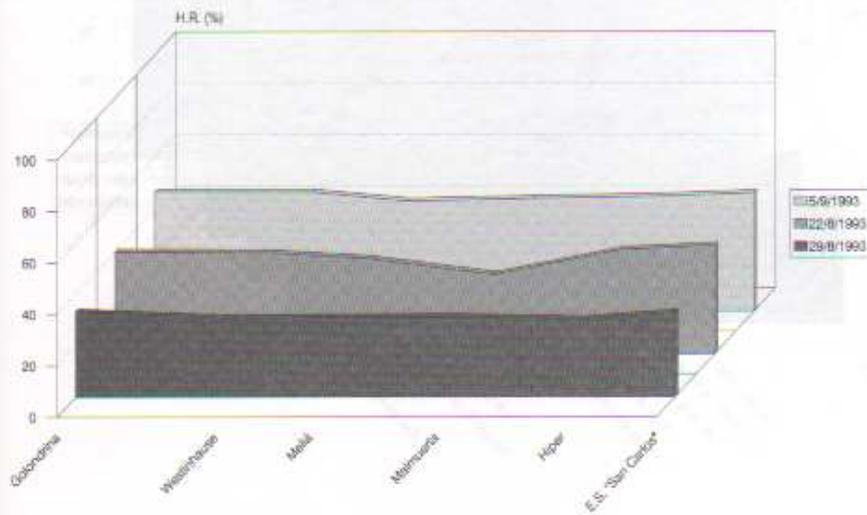
- En verano, las diferencias higrométricas suelen ser más pequeñas, apenas superan el dos por ciento en favor del campo.

Fig. 44.1 VERANO. Trayecto N-S. Humedad relativa. Mañana



167

Fig. 44.2 VERANO. Trayecto E-W. Humedad relativa. Noche

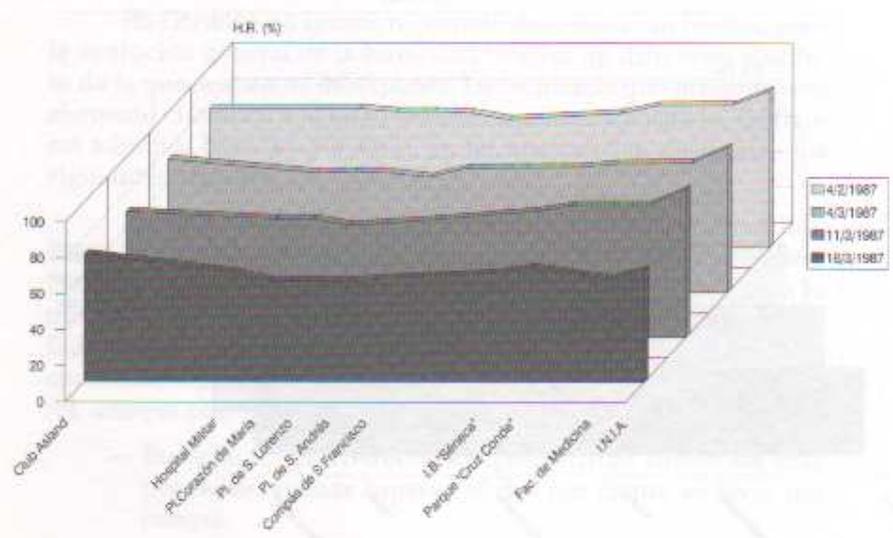


168

— Durante el resto de las estaciones los contrastes urbano-rurales son bastante parecidos, oscilando en torno al siete por ciento, aproximadamente. En primavera es cuando el contraste de humedad alcanza su máximo nivel, permaneciendo el campo por término medio casi un nueve por ciento más húmedo que la ciudad.

Por lo que respecta al ritmo diario, las zonas periurbanas permanecen prácticamente durante todo el día más húmedas que la ciudad. A medianoche es cuando suelen alcanzarse los máximos contrastes higrométricos en favor del extrarradio, comprendidos por término medio entre un 10 y un 15 por ciento. En las primeras horas de la mañana las diferencias son ligeramente más pequeñas que por la noche, quedando comprendidas entre el 5 y el 10 por ciento. Los mínimos se alcanzan siempre al comienzo de la tarde, a esta hora del día los contrastes de humedad entre la ciudad y la periferia no suelen superar casi nunca el 2-5 por ciento.

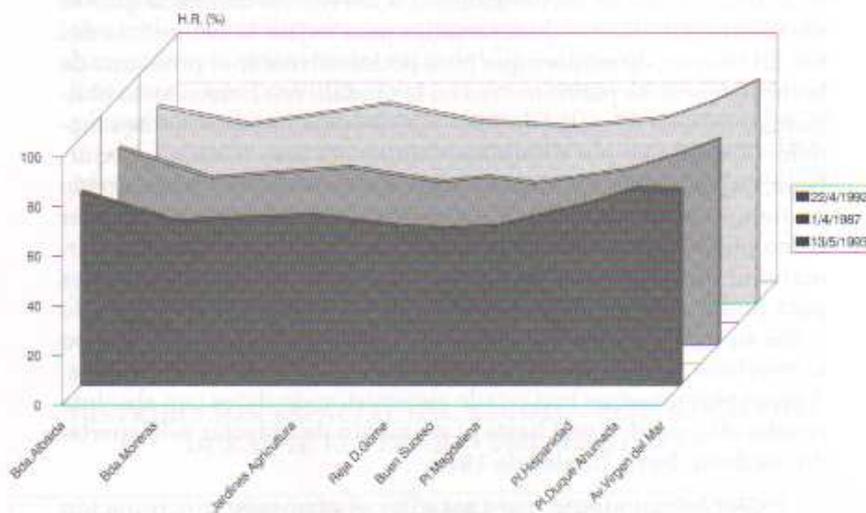
Fig. 44.3 INVIERNO. Trayeto NE-SW. Humedad relativa. Noche



Otros aspectos más puntuales que conviene destacar son los siguientes:

- La zona más húmeda se localiza de forma invariable en los alrededores del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), en la periferia suroeste de la ciudad próxima al cauce del río Guadalquivir.
- Por último, en los espacios verdes situados en el interior del casco urbano la humedad relativa se mantiene por lo general entre un 7 y un 10 por ciento más alta que en el entorno edificado más próximo, lo cual se debe en buena medida al proceso de evapotranspiración de las plantas.

Fig. 44.4 PRIMAVERA. Trayecto NW-SE. Humedad relativa. Mañana



7.- Precipitación

7.1.- Aspectos metodológicos

170

La medida de las precipitaciones resulta siempre más difícil que la de los anteriores elementos climáticos, porque requiere la presencia de varios pluviómetros repartidos por el interior del casco urbano, susceptibles de suministrar series pluviométricas suficientemente amplias y homogéneas. En Córdoba, como ocurre en la mayor parte de las ciudades, el observatorio meteorológico se encuentra situado en el extrarradio para evitar la influencia del medio urbano, de manera que para poder solventar el problema de la inexistencia de pluviómetros en la ciudad, nos hemos visto obligados a instalar a finales de 1987 varios aparatos registradores modelo «Tru-Chek» por diferentes puntos del área urbana y periurbana, cuyos resultados hemos hecho efectivos una vez transcurrido un tiempo prudencial. En un primer momento llegamos a instalar cinco pluviómetros, que estuvieron funcionando con absoluta normalidad durante cerca de un año. Sin embargo, las dificultades para poder atender eficazmente todos los aparatos dejó reducido a dos su número, uno situado en el centro de la ciudad y otro en la periferia norte, concretamente en Santa María de Trassierra. Ambos pluviómetros han estado suministrando datos con absoluta regularidad desde 1987 hasta el momento de redactar este apartado, es decir, hasta finales de 1995.

Por consiguiente, para estudiar el elemento precipitación hemos podido disponer, por un lado, de dos series pluviométricas de aproximadamente ocho años de duración, y por otro lado de una tercera serie correspondiente al aeropuerto, que, como hemos dicho, se encuentra situado en la periferia oeste de la ciudad. En base a estas tres series hemos obtenido los resultados que a continuación pasamos a exponer.

7.2.- La especificidad pluviométrica urbana de Córdoba

Hoy día se admite que la influencia de la ciudad sobre las precipitaciones se concreta en un aumento de la cuantía total, que oscila entre un 5 y un 10 por ciento. Los factores que motivan este incremento son básicamente tres: la isla de calor, las partículas sólidas contaminantes en suspensión dentro de la atmósfera urbana, y el efecto de obstáculo de los edificios que ralentiza el paso de los procesos que originan la lluvia. En Córdoba, no obstante, los resultados coinciden sólo parcialmente con este esquema. Como se puede ver en el cuadro 18 (figura 45), la distribución espacial del régimen pluviométrico tanto anual como estacional, pone claramente de manifiesto que el factor relieve llega a tener incluso más trascendencia que la propia isla de calor. El ascenso que han de efectuar las masas de aire de componente oeste —principales responsables de las lluvias que se registran en la capital— una vez que han penetrado a través del valle del Guadalquivir, es el factor más importante que posibilita que en la sierra tengan lugar los máximos pluviométricos en todas las estaciones del año. Incluso en la barriada del Brillante, que se extiende a mitad de ladera en la periferia norte de la ciudad, se llega a registrar también una mayor cantidad de lluvias que en el centro urbano (fig. 46).

171

Cuadro 18

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO DURANTE EL PERÍODO 1988-1995 (EN %)

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	AÑO
CENTRO URBANO	31,0	36,1	29,2	28,4	31,2
PERIFERIA OESTE (Aeropuerto)	33,4	24,9	33,2	30,9	30,6
SIERRA	35,6	39,0	37,6	40,7	38,2

No obstante, si dejamos al margen el sector de la sierra y comparamos la ciudad con el aeropuerto, el resultado es diferente (fig. 45). Aun cuando puede dar la impresión de que al cabo del año llueve ligeramente más en la ciudad (31'2 por ciento) que en el aeropuerto (30'6 por ciento), lo cierto es que esta circunstancia únicamente tiene lugar en verano; en esta estación del año la inestabilidad atmosférica es más intensa en la ciudad debido a la isla de calor, que ocasiona movimientos ascendentes del aire que por sí solos pueden iniciar la precipitación; fundamentalmente por este motivo en la ciudad se registra un 11'2 por ciento más de lluvias de verano que en el aeropuerto. En cambio, en las restantes estaciones la situación es ligeramente más favorable en el enclave de la periferia.

172

Fig. 45. Distribución espacial del régimen pluviométrico en Córdoba (en %) Período 1988-1995

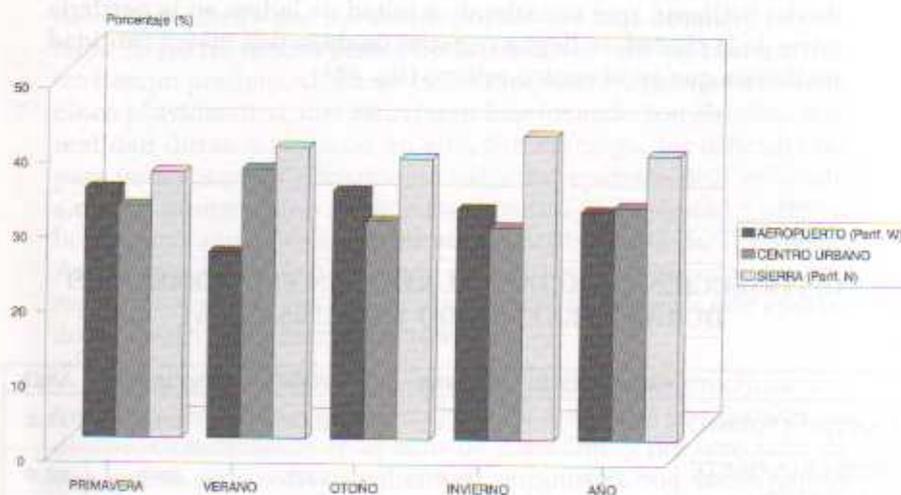
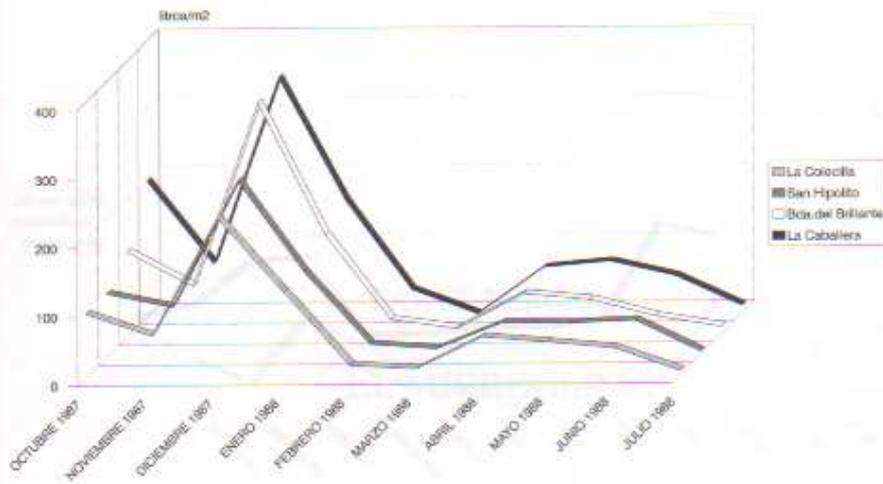


Fig. 46 Evolución del régimen pluviométrico en cuatro observatorios:
 — La Colecilla (Valle del Guadalquivir)
 — Bda. del Brillante (piedemonte de la sierra)
 — San Hipólito (Ciudad)
 — La Caballera (Sierra)



173

Fig. 47 Evolución comparada del régimen pluviométrico en el año 1988 en tres observatorios distintos:
 — San Hipólito (Centro urbano)
 — La Caballera (Sierra)
 — Aeropuerto (Periferia Oeste)

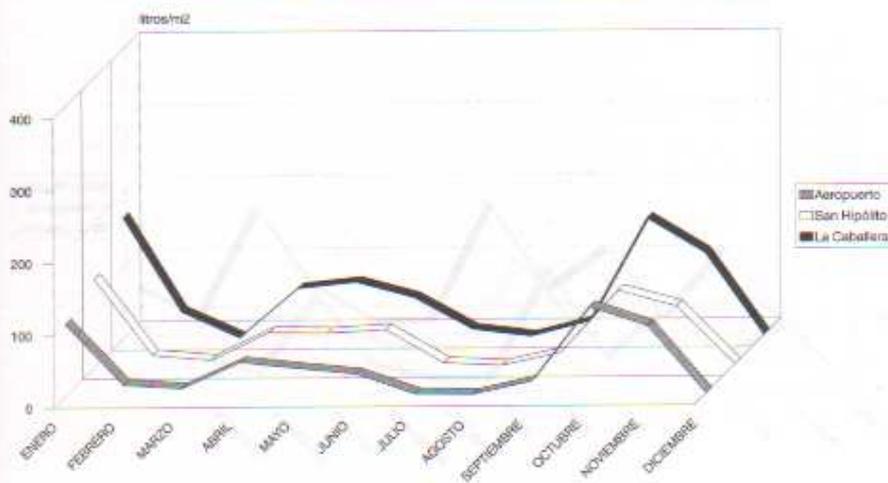


Fig. 48 Evolución comparada del régimen pluviométrico en el año 1991 en tres observatorios distintos:
 — San Hipólito (Centro urbano)
 — La Caballera (Sierra)
 — Aeropuerto (Periferia Oeste)

174

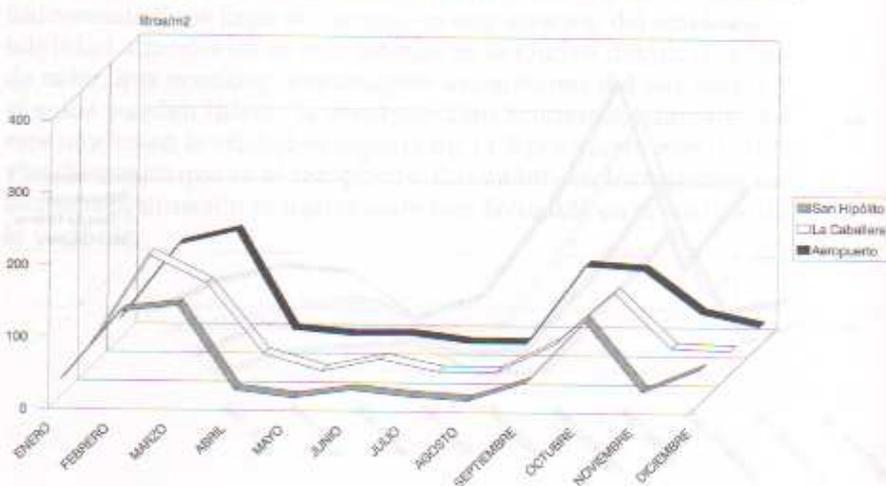
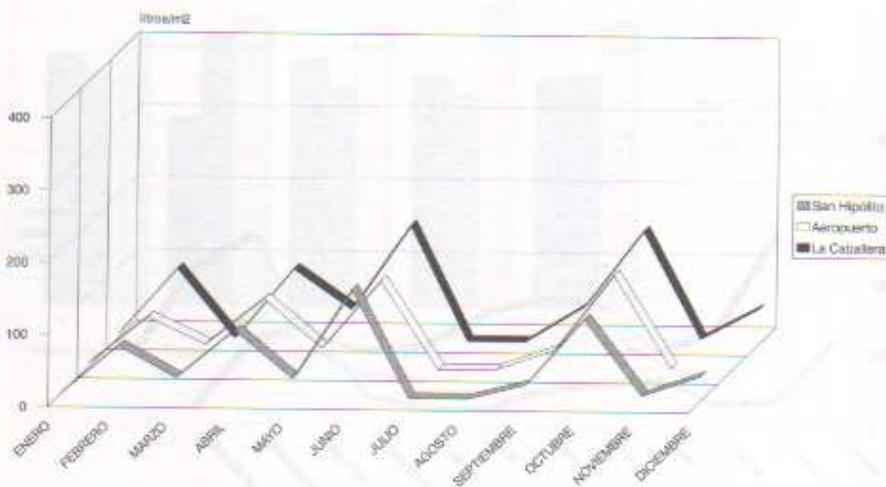


Fig. 49 Evolución comparada del régimen pluviométrico en el año 1992 en tres observatorios distintos:
 — San Hipólito (Centro urbano)
 — La Caballera (Sierra)
 — Aeropuerto (Periferia Oeste)



PARTE TERCERA

EL MICROCLIMA

Introducción al estudio sobre el clima y el medio ambiente

CAPÍTULO IV

BIOCLIMATOLOGÍA HUMANA Y CONCEPCIÓN DEL HABITAT

El estudio de la relación entre el clima y el medio ambiente humano es un campo interdisciplinario que involucra a la climatología, la fisiología humana, la psicología y la arquitectura. Este capítulo se centra en cómo el clima influye en el comportamiento humano y en la concepción del espacio habitado. Se exploran temas como la adaptación fisiológica al clima, la percepción del confort térmico y la influencia del clima en la arquitectura tradicional y moderna. Se discuten ejemplos de cómo diferentes culturas han desarrollado estrategias para hacer frente a sus respectivos entornos climáticos, desde el uso de materiales locales hasta la orientación de los edificios y el diseño de espacios interiores.

Este capítulo es parte de un libro que aborda la importancia del clima en la vida humana y en el desarrollo de comunidades sostenibles. El autor, un experto en climatología humana, ofrece una visión detallada de los factores que afectan el bienestar humano en diferentes contextos climáticos. El libro es una lectura esencial para estudiantes de arquitectura, urbanismo y ciencias ambientales, así como para profesionales interesados en mejorar la calidad de vida en entornos urbanos.

1.- Consideraciones sobre clima y urbanismo

Teniendo en cuenta el tamaño de una comunidad de seres vivos, los factores climáticos a considerar pueden ser de tipo macroclimático, mesoclimático o microclimático. En el primer caso se habla de clima regional. Cuando existen variaciones locales en algunos elementos del clima regional, aparece el mesoclima, llamado también clima local. El microclima, en cambio, se aplica a nivel de organismo, en el que la influencia del medio circundante resulta fundamental³¹. Los microclimas representan los ámbitos de menor dimensión, a esta escala de detalle son directamente perceptibles por el hombre peculiaridades relativas a la temperatura, el viento, la humedad o la insolación dentro del clima local, cuya entidad se edifica sobre múltiples microclimas³². Así, por ejemplo, dentro de una ciudad son microclimas confinados todos los edificios y sus diversas alturas, las calles y los jardines e incluso parte de ellos. En las áreas de bosque son microclimas los diversos niveles que introduce la vegetación, como resultado de las diferencias de luz, de humedad y de oscilación térmica diaria. De modo semejante, también se consideran microclimas los sectores a distinta altitud correspondientes a una ladera de solana o de umbría, y sobre todo los abrigos rocosos debido a las singularidades que provocan en la velocidad y frecuencia del viento, en las precipitaciones y en la temperatura³³. El estudio del microclima puede llegar a ser tan importante, que, a veces, como dice P. Pédelaborde, un

179

³¹ DAJOZ, R.: *Tratado de Ecología*, Edit. Mundi Prensa. Madrid, 1974. p. 43.

³² De una manera general, el microclima hace referencia a las condiciones climáticas que se dan por debajo de 1,20 metros de altura sobre el suelo, es decir, el nivel correspondiente a la base de la garita meteorológica.

³³ THOREZ, J.P.: "Les microclimats". *Les Quatre Saisons du Jardinage*, nº24, 1989, pp. 53-57.

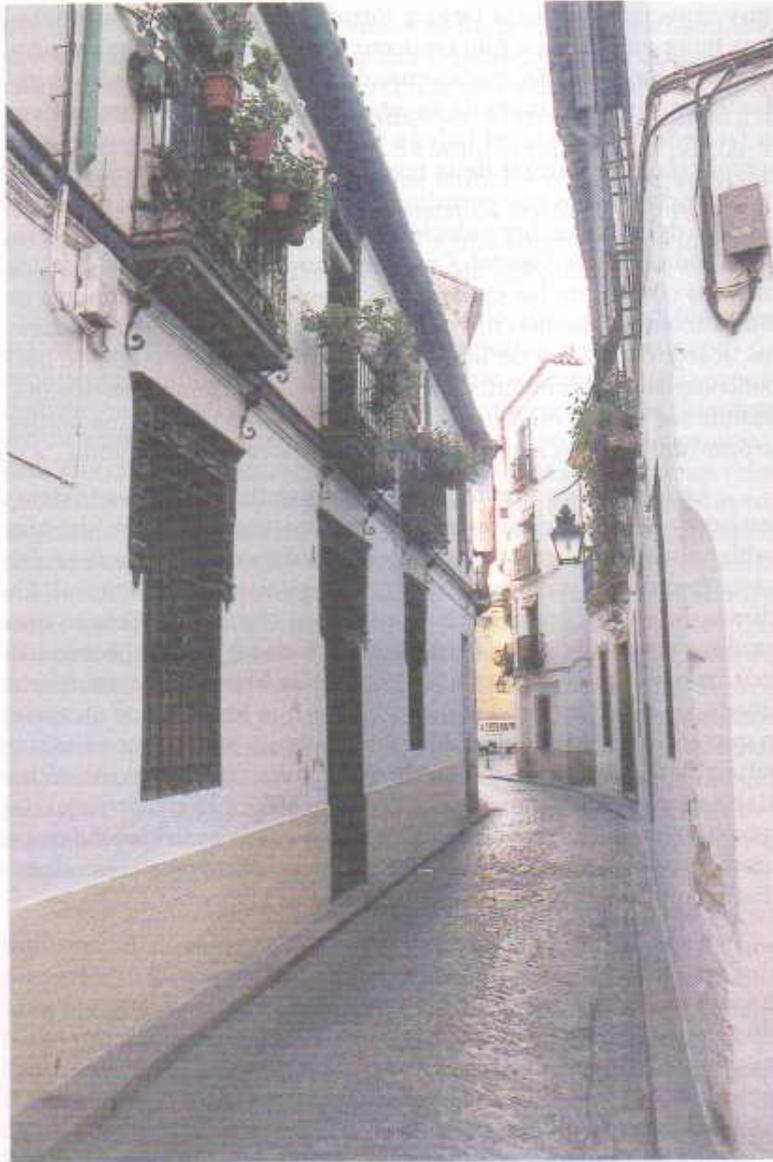
clima local o incluso un clima regional no pueden ser perfectamente comprendidos si no es por el examen minucioso de sus microclimas³⁴. Este capítulo trata específicamente del microclima interior de la vivienda.

Durante siglos, Córdoba ha sabido mantener la impronta del urbanismo hispano-musulmán, visible entre otros aspectos en sus calles estrechas y tortuosas, que reproducen unas formas de vida que giran en torno a la privacidad y al hermetismo. Esta forma de entender el urbanismo sigue fascinando a muchos hoy día, pero no debemos olvidar que en el fondo representa un modo científico y funcional de adaptación a las severas condiciones de un clima cálido y seco. Una de las funciones básicas que desde siempre ha tenido la vivienda, ha sido procurar un microclima tan confortable como fuese posible, y sobre todo poco influido por el medio ambiente exterior³⁵. Hasta fechas recientes, este objetivo no podía ser alcanzado más que con una elección acertada de las características de la vivienda, lo que a su vez exigía un conocimiento pormenorizado de las peculiaridades del terreno. Sin embargo, esta situación comienza a alterarse profundamente a partir de la década de los años cincuenta. Desde entonces, el empleo generalizado de nuevas técnicas constructivas ha hecho posible la homogeneización de las tipologías arquitectónicas, superándose los condicionantes que en otro momento había impuesto el medio natural. El cambio ha sido tan rápido, que en la actualidad todavía es posible reconocer algunos elementos arquitectónicos que han perdido total o parcialmente la funcionalidad que antaño tenían, a causa en buena medida de la generalización de las nuevas técnicas. Es el caso, por ejemplo, del balcón, tan característico de la vivienda en Andalucía. ¿Quién repara hoy día en la existencia del balcón dentro del conjunto de la vivienda? Posiblemente muy pocas personas. El ruido de la calle y, sobre todo, la instalación de aire acondicionado en el interior del inmueble, han influido para que este elemento arquitectónico haya terminado convirtiéndose poco menos que en un elemento decorativo, perdiendo gran parte de la función ambiental que había desempeñado tradicionalmente, de manera

180

³⁴ PEDELABORDE, P.: *Introduction à l'étude scientifique du climat*. París. SEDES, 1970, p. 41.

³⁵ La importancia del micromedio se pone de manifiesto por el hecho de que aproximadamente el 68 por ciento del tiempo de los adultos urbanos, en promedio, se pasa en casa. Esta cifra se eleva al 76 por ciento en el caso de la población urbana total. Del tiempo restante, casi las dos terceras partes se pasa en el trabajo. HARVEY S. PERLOFF (editor): *La calidad del medio ambiente urbano*. Oikos-Tau, S.A.-ediciones, Barcelona, 1973, p. 26.



Esta forma de entender el urbanismo sigue fascinando a muchos hoy día, pero no debemos olvidar que en el fondo representa un modo científico y funcional de adaptación a las severas condiciones de un clima cálido y seco.

muy especial durante la larga y tórrida estación veraniega; debemos tener en cuenta a este respecto que en esta estación del año, a la caída de la noche, que es cuando se acostumbra a regar abundantemente toda la masa de vegetación que sirve para embellecer la fachada de la casa, el balcón funciona como una especie de acondicionador natural de la temperatura y humedad interior de la vivienda, puesto que permite el paso del aire cálido y seco procedente del exterior, humedeciéndolo y refrescándolo cuando atraviesa toda la masa vegetal. Comparar hoy día los balcones de los pueblos con los de las ciudades es desolador. En los primeros es fácil encontrar plantas cultivadas en recipientes tan dispares como los tiestos de barro o las latas. Esta costumbre se ha olvidado casi por completo en la ciudad, y sin embargo hay que tener presente que abandonar un balcón a su suerte significa poco menos que perder la oportunidad de crear otro lugar placentero en la vivienda.

La sabiduría popular ha utilizado prácticamente desde siempre este y otros elementos arquitectónicos, como el patio, del que hablaremos después, o técnicas como la del encalado, para poder hacer frente a los inconvenientes que impone el medio natural. En climas calurosos como el de Córdoba, el efecto beneficioso que produce el encalado de las casas es de todos conocido; como hemos comentado en otro momento, el color blanco tiene un fuerte albedo, es decir, absorbe menos el calor que los cuerpos oscuros, lo que acentúa la reflexión de las radiaciones solares en verano y evita que el calor pase al interior de la vivienda. Con razón se ha dicho que la ciudad tradicional es el reflejo de un proceso de aproximaciones sucesivas para ajustar las formas urbanas a unos condicionantes físicos, de lugar y de clima, en las mejores condiciones funcionales y económicas posibles³⁶.

En la actualidad, el enfoque que se hace es bien distinto. La idea más extendida es que cualquier edificio que se proyecte podrá resolver más tarde sus problemas de confort, mediante el empleo de sistemas artificiales que permiten ignorar las características del clima y del lugar; ello exige como contrapartida costosas inversiones y un fuerte consumo energético difícil de soportar de modo indefinido. Pero a pesar de todo, en la práctica las modernas construcciones tampoco solucionan completamente los problemas climáticos, en ocasiones lo que hacen es agravarlos; muchos autores opinan, en este sentido, que las nuevas tipologías arquitectóni-

³⁶ MARTÍNEZ SARANDESES, J. et al: *Espacios públicos urbanos. Trazado, urbanización y diseño*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU). Madrid, 1990, p. 131.

cas están aún muy lejos de solucionar los problemas ambientales, consideran que estas tipologías han originado nuevas dificultades relacionadas fundamentalmente con la necesidad de tener en cuenta las condiciones térmicas reinantes en el interior del edificio a lo largo de todo el año³⁷. Este tipo de arquitectura parece por tanto que funciona peor que el clima, los edificios consiguen ser habitables gracias al uso extensivo de sistemas artificiales, que no son otra cosa que añadidos ortopédicos a una arquitectura concebida desde la forma y desprovista de parte de su contenido³⁸.

Tal vez como consecuencia de todo ello, desde hace unos pocos años ha comenzado a cobrar importancia el concepto de arquitectura bioclimática, una forma nueva de entender la arquitectura y el urbanismo que pretende recuperar algunos intereses arquitectónicos del pasado actualmente en desuso. Esta arquitectura bioclimática se caracteriza porque intenta optimizar las relaciones energéticas con el entorno a partir del propio diseño: aprovechando el sol del invierno y rechazando el de verano; utilizando el beneficio de la ventilación para combatir la humedad y evacuar el aire caliente molesto; empleando el aislamiento para reducir los intercambios de calor con el exterior, y especialmente las pérdidas de calor en tiempo frío³⁹. Este control climático se lleva a cabo en la arquitectura tradicional combinando recursos de todo tipo: a través de la propia forma urbana, que comprende lugares recoletos caldeados por el sol de invierno y protegidos de los vientos fríos; mediante elementos arquitectónicos que enriquecen el espacio público y dilatan el tiempo de uso, como soportales, grandes aleros; mediante accesorios de protección como los toldos; e incluso mediante la vegetación⁴⁰.

Por paradójico que parezca este regreso a algunas técnicas tradicionales, la arquitectura bioclimática está cobrando una importancia creciente como actividad profesional, por razones precisamente de ahorro de energía y de conservación del medio ambiente. Hay que reconocer no obstante que, dado el estado actual de la tecnología sobre las energías renovables en todo el mundo, algunas de las aplicaciones que propugna resultan hoy por hoy bastante caras, y en consecuencia poco accesibles para muchas economías familiares.

³⁷ VASTARDIS, P. Th.: "Le confort thermique: le climat et le corps humain". *Impact: science et société*. Vol. 32 (1982), n° 3, pp. 326-334.

³⁸ SERRA, R.: *Clima, lugar y arquitectura. Manual de diseño bioclimático*. CIEMAT. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, 1989, p. 5.

³⁹ *Ibidem*.

⁴⁰ MARTÍNEZ SARANDESES, J. et al.: *Opus cit.*

2.- El microclima interior de la vivienda.

Aspectos metodológicos

184

Para confeccionar este capítulo, hemos tenido en cuenta un esquema metodológico aparentemente sencillo pero que en la práctica ha resultado bastante prolijo. El elemento que hemos considerado más importante, pues habría de servirnos como punto de partida para poder analizar otros aspectos microclimáticos, ha sido la tipología de la vivienda. Desde este punto de vista, hemos contemplado dos tipos básicos de vivienda que prácticamente agotan los modelos constructivos en la ciudad: la casa unifamiliar y la vivienda colectiva, es decir, el piso. A su vez, dentro de cada tipología hemos diferenciado varios subtipos en función no sólo de las características constructivas, sino también, como en el caso concreto de la vivienda colectiva, de la situación del piso dentro del conjunto del bloque. En cifras absolutas, el número de viviendas estudiadas ha sido de cuarenta y cinco, distribuidas del siguiente modo:

Casas. La muestra estudiada comprende dieciocho inmuebles, de los que ocho están contruidos con una sola planta y los diez restantes con dos. Por otro lado, un total de nueve casas presentan patio interior. Espacialmente, este conjunto de edificios se distribuye por nueve sectores distintos del área urbana y periurbana: Brillante, Calasancio, Centro-ciudad, Fray Albino, Judería, Miralbaida, San Agustín, San Basilio y Santa María de Trassierra.

Viviendas Colectivas. La muestra comprende veintisiete pisos, distribuidos del siguiente modo: cinco en planta baja, quince en plantas intermedias y siete en planta superior. Desde el punto de vista espacial, este conjunto de inmuebles se distribuye por once zonas distintas, todas ellas en el interior del casco urbano: Avda. de América, Avda. de Barcelona, Avda. de Carlos III, Avda. del Corregidor, Avda. de Granada, Avda. de Miralbaida, Centro-ciudad, calle Marcos Redondo, Lepanto, Parque Cruz Conde y Santa Marina.

Además de lo anterior, también hemos tenido ocasión de analizar el comportamiento microclimático de un edificio, que destaca ante todo por su especial singularidad: es de construcción mucho más antigua y, como resultado de ello, reproduce un esti-

lo arquitectónico completamente diferente del actual, se trata del Colegio de Santa Victoria, de estilo neoclásico, cuya construcción data de comienzos del siglo XVIII.

Ni que decir tiene que tanto los registros térmicos como higrométricos han sido efectuados en todos los casos en condiciones ambientales absolutamente normales, es decir, sin la presencia de aparatos de acondicionamiento artificial. A este respecto, debo indicar que cuando la vivienda disponía de algún aparato acondicionador, éste debía permanecer desconectado durante toda la jornada anterior al día que se efectuaba la toma de datos. Las mediciones, por otro lado, se han efectuado en un único lugar del inmueble, concretamente en la sala de estar-comedor; no obstante, en las distintas dependencias que componen la totalidad de la vivienda hemos observado diferencias microclimáticas significativas, a veces incluso de cierta importancia, como consecuencia de la diversa orientación y exposición de las fachadas del edificio, este aspecto también ha sido tenido en cuenta.

185

3.- Ritmo térmico diario y estacional de una vivienda

¿Cómo se comporta interiormente una vivienda desde el punto de vista microclimático? ¿Cuáles son las pulsaciones térmicas diarias? Para comenzar, hay que decir que el clima interior de cualquier edificio depende directamente y de forma natural del clima exterior. Los ritmos de calentamiento o de refrigeración, la ventilación y los materiales de construcción utilizados, están influidos directamente por el tiempo y el clima. Como resultado de ello, el comportamiento microclimático de cualquier vivienda

mantiene en conjunto la misma curva diaria de calentamiento–enfriamiento que determina el flujo energético de la radiación solar, es decir, un ritmo térmico ligado al natural proceso de absorción–emisión de la radiación solar por parte de los materiales que componen el inmueble.

A lo largo de una jornada diaria, el comportamiento térmico interior de un inmueble pasa sucesivamente por varias fases distintas con las siguientes características. Una primera fase de ganancia energética progresiva, que comprende desde las primeras horas de la mañana hasta el comienzo de la tarde. A continuación se inicia una segunda fase en la que se invierte la tendencia, en el interior del inmueble no solamente deja de aumentar la temperatura sino que incluso comienza a perderse la energía acumulada durante la etapa anterior; en un primer momento, que comprende desde el comienzo de la tarde hasta el ocaso del sol, el descenso es muy suave, perdiéndose aproximadamente el veinte por ciento de la energía acumulada; sin embargo, en una etapa posterior, que corresponde íntegramente a las horas de madrugada, la pérdida se hace más intensa.

¿Qué significado tiene este ritmo diario de calentamiento–enfriamiento interior de la vivienda? Para entenderlo en su justa medida es imprescindible tener en cuenta cómo evoluciona el ritmo térmico diario que paralelamente se registra en el exterior, esto es, en la calle. Desde este punto de vista, a lo largo de un día completo el microclima de una vivienda presenta las siguientes variaciones en relación con el medio ambiente exterior.

Al comienzo de la mañana, el interior del inmueble se mantiene netamente más cálido que la calle, con una diferencia de temperatura comprendida por término medio entre 4°C y 5°C. Estacionalmente, a esta hora del día las máximas diferencias de temperatura siempre tienen lugar durante la estación invernal, concretamente en esta etapa del año hemos llegado a registrar valores extremos comprendidos entre 9°C y 10°C en favor del interior del inmueble.

Por el contrario, en las primeras horas de la tarde la vivienda se mantiene generalmente más fría que el exterior, en este caso el diferencial térmico no es tan fuerte como por la mañana, ya que suele quedar comprendido por término medio entre 3°C y 4°C. Estacionalmente, los contrastes más fuertes, siempre favorables al exterior, no se registran en invierno sino en verano, llegándose a alcanzar en esta estación con relativa facilidad diferencias máximas iguales o superiores a 8°C – 9°C.

A partir de la medianoche la vivienda vuelve a estar más cálida que la calle, si bien a esta hora el diferencial térmico permanece normalmente más bajo que por la mañana, como media queda comprendido entre 2°C y 3°C. Los máximos contrastes tienen lugar durante el solsticio de invierno.

Este ritmo térmico diario y estacional que acabamos de describir, suele permanecer prácticamente invariable a lo largo de todo el año. Las únicas variaciones, por lo demás completamente lógicas, tienen que ver con el grado de intensidad, que a mi modo de ver varía en razón fundamentalmente de tres factores: localización del edificio, características constructivas y tipología de la vivienda. Veamos a continuación cómo interviene cada uno de ellos.

4.- Factores condicionantes

4.1.- Influencia de la localización

188

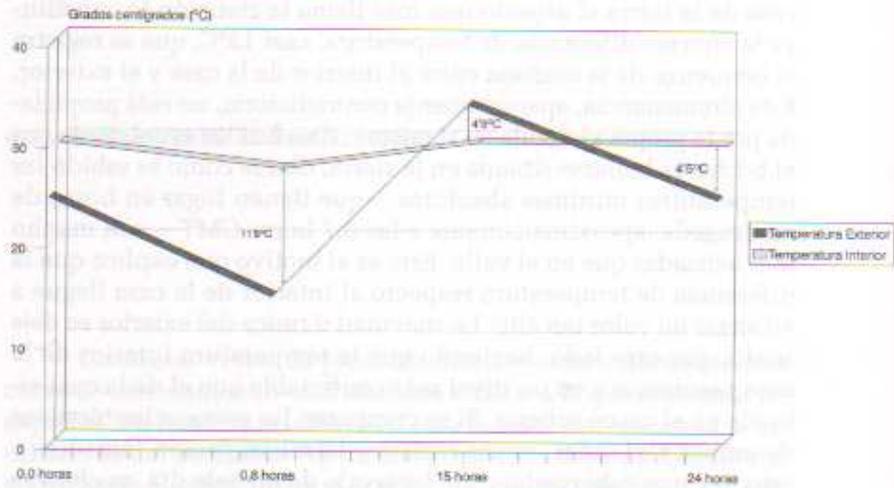
Cualquier vivienda presenta diaria y estacionalmente una curva de calentamiento-enfriamiento similar a la que acabamos de exponer. Un factor que influye en este balance energético es la localización del inmueble. Ahora bien, conviene dejar perfectamente claro desde el principio que esta influencia no significa en modo alguno una alteración del ciclo diario de calentamiento-enfriamiento, que sigue siendo exactamente el mismo que hemos visto más arriba. La influencia se hace notar fundamentalmente en la intensidad de la temperatura interior de la vivienda, y por consiguiente en el contraste térmico que llega a alcanzar con relación al medio exterior. Resulta obvio, por lo tanto, que el factor localización debe de hacerse tanto más patente cuanto más contrastado es el medio físico. En este sentido, el mayor contraste que ofrece el medio físico en el caso concreto de Córdoba es, indudablemente, entre la sierra y el espacio valle-campiñés; en el interior de la ciudad los contrastes son mínimos, aun cuando también existen determinadas zonas, como las situadas en las proximidades del río Guadalquivir —por ejemplo los bloques de viviendas construidos en la avenida del Corregidor— o en la ladera de la sierra —concretamente en la barriada El Brillante— que acusan algunas diferencias termo-higrométricas de cierta importancia en relación con los restantes sectores urbanos. A continuación vamos a analizar sendos ejemplos de verano e invierno que demuestran palpablemente la influencia del factor localización.

En el primer ejemplo hemos comparado el ritmo térmico que presentan en plena estación veraniega dos casas unifamiliares de una sola planta localizadas en zonas diametralmente opuestas: una situada en Santa María de Trassierra, en plena sierra Morena; la otra se encuentra situada en el interior del núcleo urbano, exacta-

mente en la barriada de Fray Albino. Como se puede ver en las figuras 50 y 51, en ambas casas el ritmo térmico diario es completamente similar al de cualquier otra vivienda. Sin embargo, en la casa de la sierra el aspecto que más llama la atención lo constituye la enorme diferencia de temperatura, casi 12°C, que se registra al comienzo de la mañana entre el interior de la casa y el exterior. Esta circunstancia, aparentemente contradictoria, no está propiciada por la propia vivienda en sí misma, sino fundamentalmente por el hecho de hallarse situada en la sierra, donde como es sabido las temperaturas mínimas absolutas —que tienen lugar en horas de madrugada, aproximadamente a las 0,7 horas GMT— son mucho más acusadas que en el valle. Este es el motivo que explica que la diferencia de temperatura respecto al interior de la casa llegue a alcanzar un valor tan alto. La suavidad térmica del exterior se deja sentir, por otro lado, haciendo que la temperatura interior de la casa permanezca en un nivel más confortable que el de la casa situada en el casco urbano. Si se comparan las secuencias térmicas de ambas viviendas, cuyos registros térmicos fueron tomados, y esto hay que subrayarlo, en el intervalo de un solo día, se observa que la temperatura interior mantiene un ritmo diario bastante parecido en ambos casos, con la única salvedad de que las amplitudes térmicas diarias son más fuertes en la vivienda de la barriada de Fray Albino. Así pues, es sobre todo la temperatura del exterior la que marca las diferencias, particularmente al comienzo de la mañana y en menor medida a la caída de la noche.

El segundo ejemplo se desarrolla en pleno invierno. En esta estación también se hace notar la influencia del factor localización sobre el microclima de la vivienda. Para comprobarlo vamos a ver cómo se comportan dos casas de una sola planta, situadas en el interior del casco urbano pero en zonas diferentes: una en la barriada del Campo de la Verdad y otra en la del Brillante, que, como hemos comentado en un apartado anterior, durante el invierno suele permanecer como una zona de acumulación de aire frío y húmedo producto de las inversiones de temperatura; este dato lo considero de sumo interés porque justifica plenamente las condiciones microclimáticas que se registraron en su interior; debo subrayar además que la vivienda del Brillante es de construcción antigua, aproximadamente de principios de siglo, lo cual se pone de manifiesto por sus características constructivas. Como se puede ver en las figuras 52 y 53, el ciclo diario de calentamiento-enfriamiento interior es idéntico en ambas viviendas, con un máximo y un mínimo absolutos al comienzo de la tarde y por la mañana, respectivamente, y otro mínimo secundario a medianoche. Sin embar-

Fig. 50 Casa unifamiliar de una planta en Santa María de Trassierra
8 de agosto de 1993



190

Fig. 51 Casa unifamiliar de una planta en Fray Albino
9 de agosto de 1993

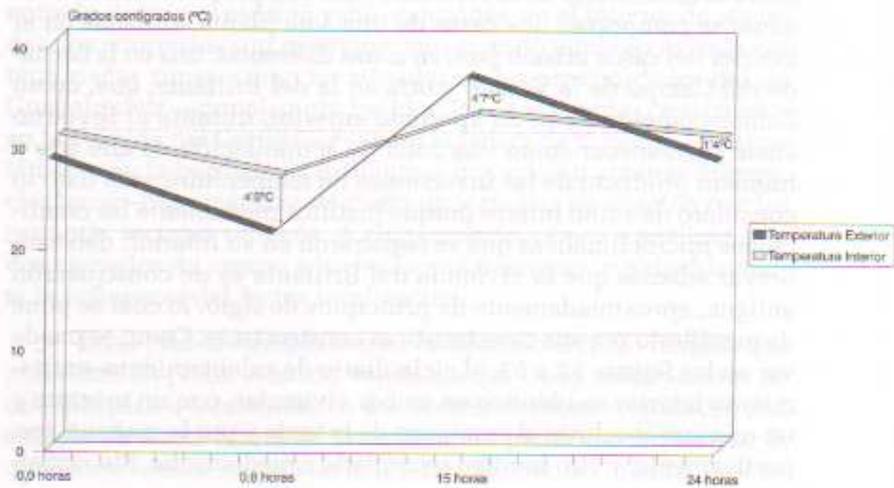
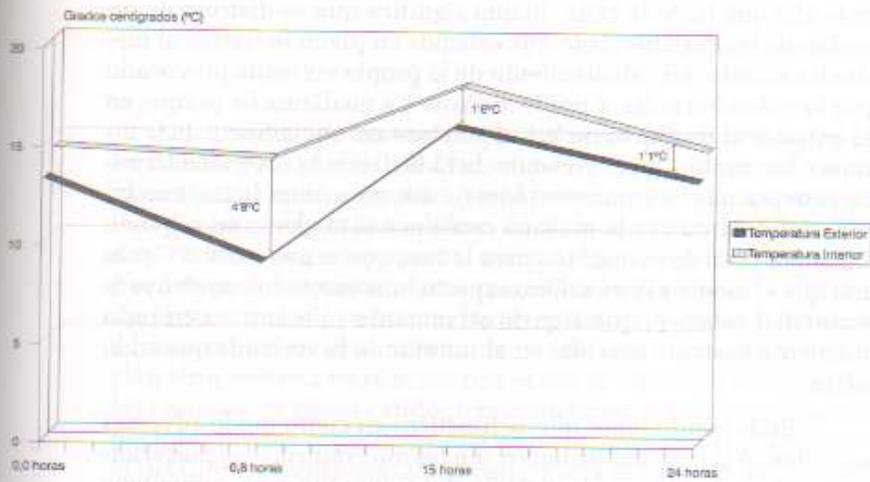
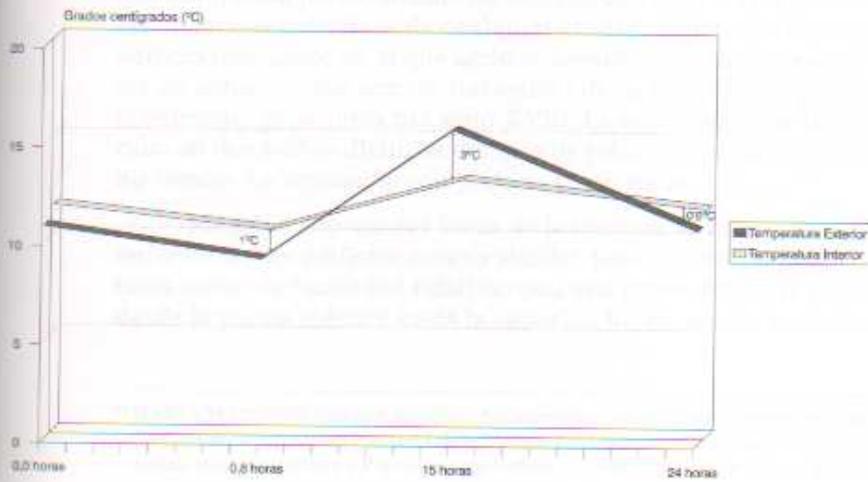


Fig. 52 Casa unifamiliar de una planta en el Campo de la Verdad
12 de diciembre de 1992



191

Fig. 53 Casa unifamiliar de una planta en el Brillante
26 de enero de 1992



go, la diferencia más importante se advierte cuando se compara este ritmo térmico con el que tiene lugar en el exterior. En la vivienda del Campo de la Verdad la temperatura es en todo momento más alta que la de la calle, lo que significa que se disfruta de un ambiente confortable dado que estamos en pleno invierno: al mediodía a causa del calentamiento de la propia vivienda provocado por la radiación solar, y por la mañana y a medianoche porque en el exterior el descenso de la temperatura es, obviamente, más intenso. En cambio, en la vivienda de El Brillante la inversión térmica provoca que el contraste térmico sea, en primer lugar, mucho más débil, tanto por la mañana como por la noche, y en segundo lugar por la tarde es negativo para la casa que se mantiene 3°C más fría que el medio exterior. Otro aspecto interesante lo constituye la humedad relativa, que significativamente se mantuvo en todo momento bastante más alta en el interior de la vivienda que en la calle.

Estas condiciones microclimáticas en cierto modo adversas que ofreció la casa del Brillante, me fueron confirmadas posteriormente por el antiguo propietario del inmueble, que comentaba que durante el tiempo que estuvo habitando la casa padecía unos resfriados brutales que le duraban todo el invierno; su situación cambió radicalmente desde el momento en que se trasladó a otra vivienda más moderna y mejor acondicionada —con métodos convencionales—, construida justamente al lado de la anterior.

Fig. 31. Evolución de la temperatura en el interior y exterior de la vivienda de El Brillante.



4.2.- Importancia de las características constructivas. Arquitectura antigua versus arquitectura moderna

Un edificio solamente puede mantener su temperatura interna diurna por debajo del nivel exterior, cuando haya suficiente masa térmica en su estructura y esté protegido de la penetración de la radiación solar. En un edificio de estas características la oscilación térmica es muy pequeña, manteniéndose en todo momento por debajo de los valores que se registran en el exterior⁴¹. Las masas térmicas no sólo moderan las temperaturas extremas, sino que además provocan en el interior del edificio un retraso en la evolución termométrica en relación con la que se sigue en el exterior. En las regiones de clima cálido, tradicionalmente se han podido superar las fuertes variaciones diarias de la temperatura, retardando al máximo la transferencia de calor hacia el interior de la casa a través de la envolvente del edificio, es decir, mediante el empleo de materiales de gran inercia térmica como el barro, la piedra o el adobe; con estos procedimientos, se conseguía mantener un ambiente interior en el que la temperatura permanecía relativamente constante pese a las variaciones energéticas del medio exterior.

193

En las figuras 54 y 55 hemos representado el comportamiento microclimático que presentan dos edificios absolutamente distintos. Por un lado, un bloque de pisos de construcción moderna que ejemplifica perfectamente las condiciones de la mayor parte de las viviendas colectivas de cualquier ciudad. Y por otro lado, un edificio neoclásico en el que tanto su estructura como los materiales de construcción son un fiel reflejo de la época en la que fue construido: principios del siglo XVIII. La experiencia se llevó a cabo en dos fechas distintas del mes de julio, por lo tanto en pleno verano. La secuencia completa es como sigue.

Mañana. A primeras horas de la mañana, el microclima interior de ambos edificios es muy similar, tanto a nivel de temperaturas como de humedad relativa, con una gradación muy nítida desde la planta inferior hasta la superior. En el caso de la vivien-

⁴¹ BARUCH GIVONI: *Confort térmico. Aplicaciones para energía y edificios. Confort, análisis climático y diseño de edificios. Líneas directrices.* Escuela Universitaria de Arquitectura y Planeamiento Urbano, Universidad de Sevilla, 1/3/1991.

da colectiva la temperatura de todos los pisos es superior a la de la calle, de acuerdo con una gradación ascendente que oscila desde 1°C en la planta primera, 1'5°C en la segunda y 3'5°C en la tercera; por consiguiente, el diferencial térmico interior del bloque es, en conjunto, de aproximadamente 2°C. La humedad relativa es ligeramente más baja que la de la calle, en correspondencia con las mayores temperaturas del interior.

En el edificio neoclásico el esquema es muy semejante al anterior, si bien las diferencias de temperatura con respecto a la calle son algo más pequeñas que las del bloque de pisos, únicamente el sótano y el patio interior se mantienen más frescos que la calle a estas horas de la mañana.

194

Tarde. Cuando verdaderamente pueden apreciarse las diferencias microclimáticas entre ambos edificios es durante la tarde, coincidiendo con la fase del día en que se registran los máximos valores termométricos. Aunque las tomas fueron realizadas en dos fechas distintas del mes de julio, sin embargo el termómetro exterior llegó a marcar una temperatura prácticamente similar en ambos casos, lo que permite una apreciación más exacta del comportamiento microclimático de uno y otro edificio.

Como se puede ver en las figuras adjuntas, en la vivienda colectiva todos los pisos marcan una temperatura más baja que la de la calle, pero tan sólo ligeramente más baja, es decir, apenas 1'5°C en las plantas primera y segunda, y algo menos de un grado centígrado en la planta superior; por lo tanto, el diferencial térmico interno es aproximadamente de 1°C. Por su parte, la humedad relativa se mantuvo en todos los pisos más elevada que en el exterior.

En comparación con el bloque de pisos, las condiciones microclimáticas que ofreció el Colegio de Santa Victoria resultan verdaderamente espectaculares. Frente a un ambiente microclimático que en el caso de la vivienda colectiva apenas se distinguía mínimamente del que se respiraba en la calle, en el edificio del siglo XVIII puede afirmarse que se disfruta de un confort ambiental casi perfecto en todo el conjunto del inmueble. En la primera planta la temperatura es nada menos que 8'1°C más baja que la del exterior, lo que significa que se mantiene 6'6°C más fresca que la misma planta del bloque de pisos; las diferencias siguen siendo realmente notables en el resto de las plantas, tanto si se comparan con el ambiente exterior como si se comparan con el edificio colectivo. Lógicamente el lugar más fresco de todo el edificio es el sótano, que se mantiene nada menos que 9'3°C más fresco que la

calle. Por contra, el patio traduce un ambiente prácticamente similar al del exterior.

Noche. A medianoche, las condiciones microclimáticas internas de ambos edificios siguen siendo también muy diferentes, aunque algo menos contrastadas que por la tarde. Sin duda el aspecto que más llama la atención es que, mientras en la vivienda colectiva todos los pisos presentan una temperatura interna más alta que la de la calle, el edificio antiguo sigue permaneciendo todavía más fresco, sobre todo el sótano (4°C) y la planta primera (2,5°C); la segunda planta y el patio también presentan un ambiente más fresco (1°C), en tanto que en la planta superior el ambiente es muy parecido al de la calle. La humedad relativa es, en cambio, más elevada que la del exterior en todos los niveles del edificio. Por lo que respecta al bloque de pisos, el gradiente termohigrométrico es prácticamente similar al del edificio neoclásico.

195

Fig. 54.1 Colegio de Santa Victoria (Siglo XVIII)
Ritmo térmico interior (6 de Julio de 1993). MAÑANA

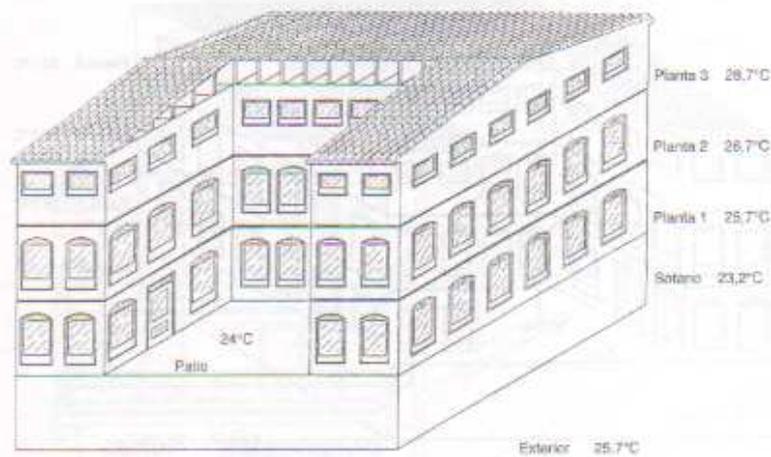


Fig. 54.2 Colegio de Santa Victoria (Siglo XVIII)
Ritmo térmico interior (6 de Julio de 1993). TARDE

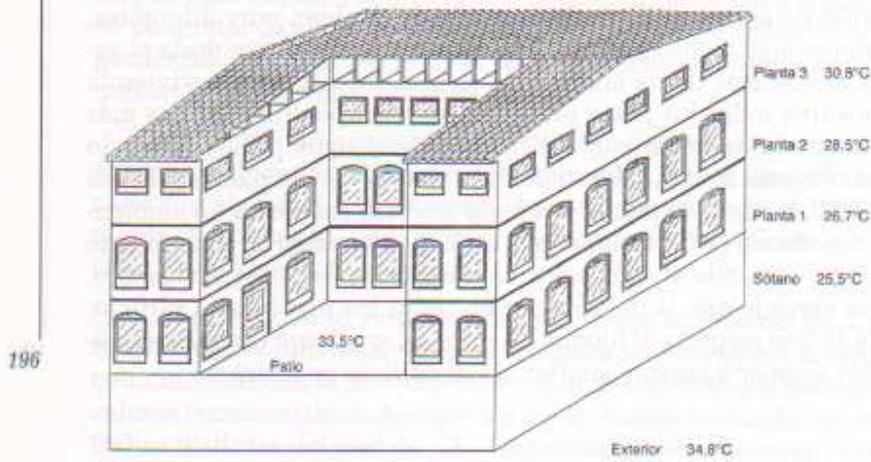


Fig. 54.3 Colegio de Santa Victoria (Siglo XVIII)
Ritmo térmico interior (6 de Julio de 1993). NOCHE

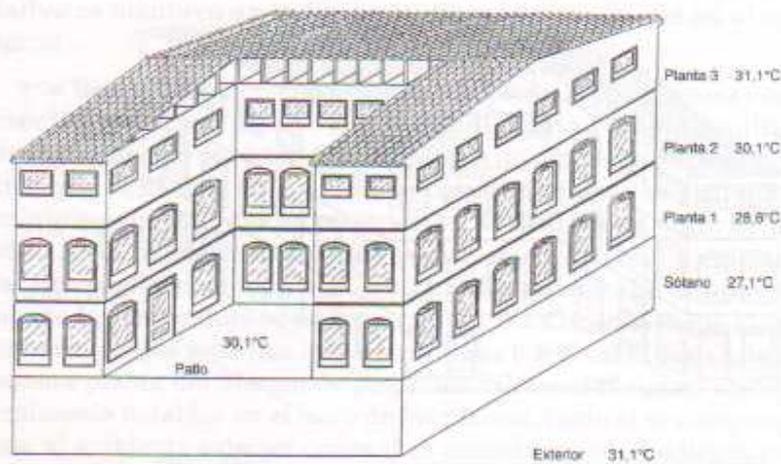
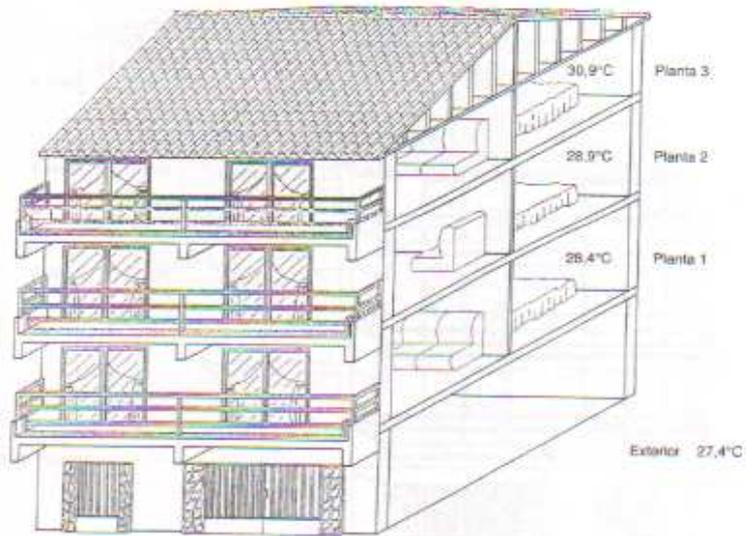


Fig. 55.1 Bloque de pisos en Avenida del Corregidor.
Ritmo térmico interior (23 de Julio de 1993). MAÑANA



197

Fig. 55.2 Bloque de pisos en Avenida del Corregidor.
Ritmo térmico interior (23 de Julio de 1993). TARDE

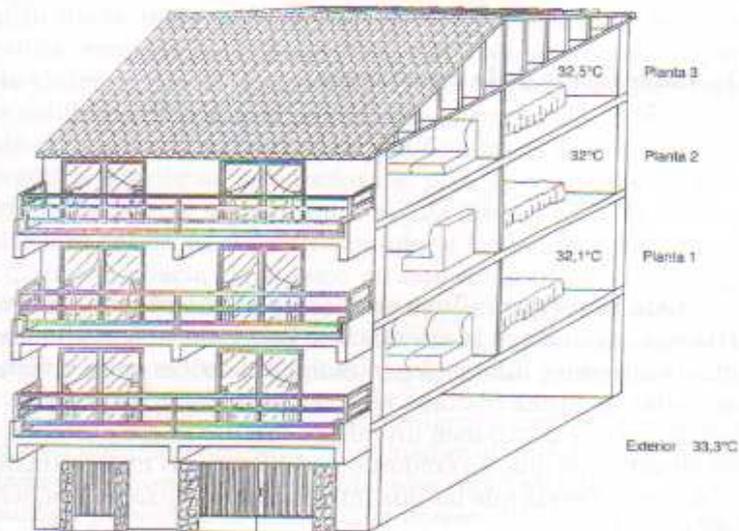
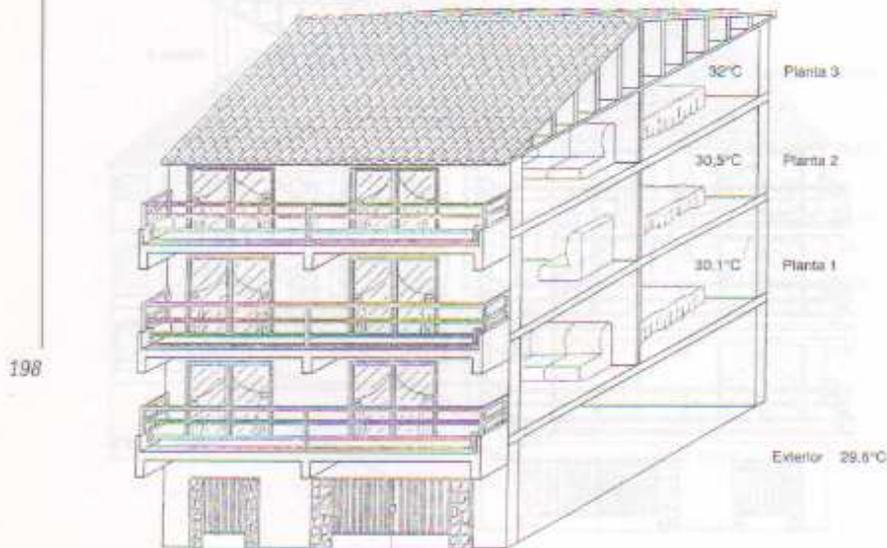


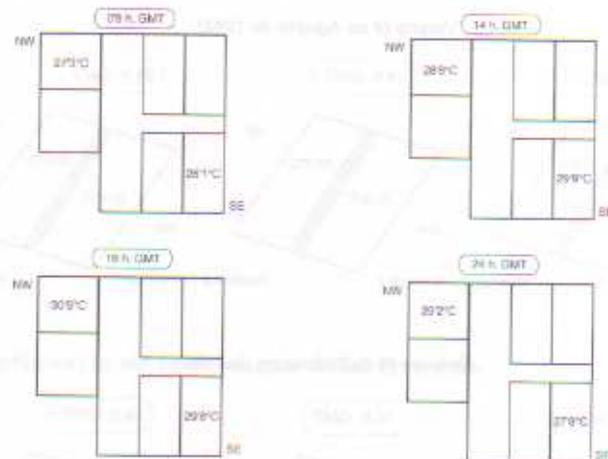
Fig. 55.3 Bloque de pisos en Avenida del Corregidor.
Ritmo térmico interior (23 de Julio de 1993). NOCHE



4.3.- Importancia de la orientación

Otro factor que influye en el comportamiento microclimático de una vivienda es la orientación. Este nuevo elemento no solamente introduce diferencias termohigrométricas entre viviendas orientadas de forma distinta, sino también entre las diversas dependencias que componen un mismo inmueble. No obstante, hemos de anticipar que, en conjunto, las diferencias microclimáticas son menos intensas que las que introducen los factores que hemos visto más arriba.

Fig. 56 Ritmo térmico interior de una vivienda en Avda. de América (5ª planta) Verano (31 de Julio de 1995)

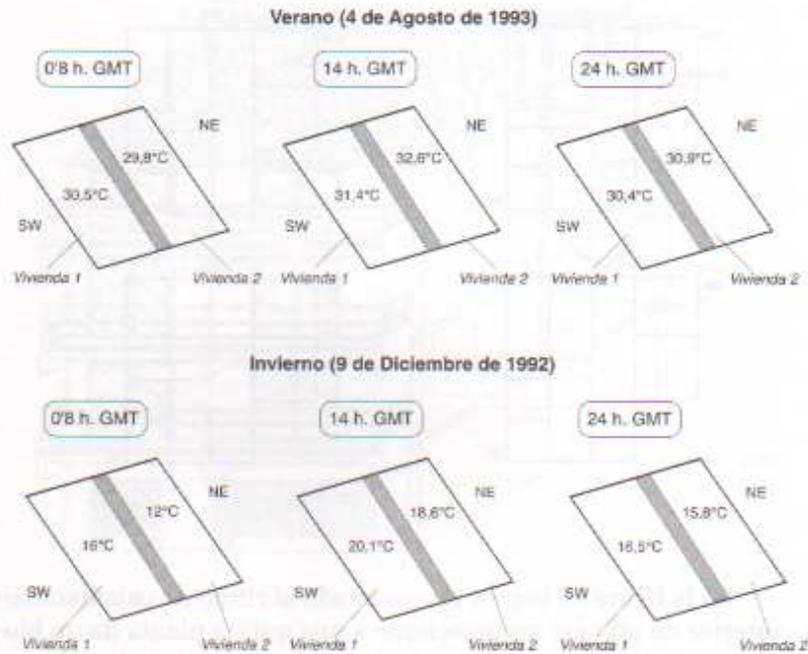


199

En la figura 56 hemos representado el ritmo de calentamiento interior de un piso perteneciente a una quinta planta de un bloque de seis, situado en la avenida de América. Como se puede ver, el ritmo de calentamiento de todo el conjunto del piso coincide con la curva diaria que describe el sol desde el orto hasta el ocaso, pero a un nivel más de detalle se advierten algunas diferencias significativas, tanto en lo que se refiere a la intensidad de la temperatura como en lo que respecta al ritmo térmico diario: la parte de la vivienda que se orienta hacia el sureste representa el sector más cálido de todo el inmueble desde el comienzo de la mañana hasta el mediodía, momento en que finaliza la fase de ganancia energética interior en este sector del piso. A continuación se invierte la tendencia, a partir de la media tarde y hasta la noche el sector más cálido pasa a corresponder a las habitaciones que están dispuestas hacia el noroeste, en este sector la fase de ganancia energética es además más prolongada, ya que dura desde el comienzo de la mañana hasta la media tarde. La experiencia se llevó a cabo en repetidas ocasiones con idénticos resultados.

Otra experiencia interesante se llevó a cabo en verano e invierno en dos pisos distintos de un mismo bloque de siete plantas, situado en la avenida de Granada; uno está ubicado en la planta segunda y presenta una orientación noreste, el otro se ubica en la

Fig. 57 Ritmo térmico interior de dos viviendas en función de la orientación. Avda. de Granada.



200

planta tercera y está orientado hacia el suroeste. Los resultados aparecen reflejados en la figura 57, en la que queda patente que durante el verano el ritmo de calentamiento diario es ligeramente más intenso en la vivienda dispuesta hacia el noreste, aun cuando la temperatura interior de ambos inmuebles es muy similar durante toda la jornada. En cambio, en invierno la vivienda que se orienta hacia el noreste apenas recibe radiación solar directa durante el día, y esta circunstancia se hace notar en unos registros térmicos ligeramente inferiores a los de la vivienda orientada hacia el suroeste, que sí recibe en cambio radiación solar directa desde por la mañana hasta el comienzo de la tarde y por ello marca unos registros térmicos más altos, en concreto 4°C al comienzo de la mañana, 1,5°C poco después del mediodía y 0,7°C a medianoche; por lo tanto, con relación al exterior el efecto de abrigo se hace más patente en esta última vivienda, que manifiesta en todo momento un nivel de confort térmico más elevado, con la circunstancia añadida de que en las tomas exteriores llevadas a cabo a am-

bos lados del bloque de pisos, el lado noreste permaneció medio grado centígrado más frío que el lado suroeste, tanto por la mañana como por la noche.

4.4.- Influencia de la tipología de la vivienda

201

4.4.1.- La casa unifamiliar

La casa unifamiliar presenta un ritmo térmico particularmente interesante, de manera especial durante el verano. En esta estación del año la temperatura del inmueble mantiene una progresión constante desde las primeras horas de la mañana hasta poco después de la puesta del sol, si bien con intensidad variable entre uno y otro extremos del día. La mayor ganancia energética se alcanza en la etapa comprendida entre la mañana y el mediodía, durante la cual la temperatura interior suele aumentar por término medio alrededor de 3°C - 4°C. A partir de este momento la ganancia energética es mucho menor, de suerte que sólo se registra un incremento de la temperatura interior de la casa de apenas 1°C. Este balance energético positivo únicamente comienza a invertirse a partir de la caída de la noche, y se hace plenamente efectivo en horas de madrugada.

Durante el resto de las estaciones el ritmo térmico diario es

sensiblemente distinto. En invierno y, en menor medida, en primavera y otoño tiene lugar un aumento progresivo de la temperatura interior del edificio que comprende desde la mañana hasta el mediodía, para a continuación comenzar a perderse de forma gradual el calor acumulado. La oscilación térmica diaria también es más suave que en verano, aproximadamente 2°C.

La funcionalidad microclimática del patio

En la arquitectura andaluza en general, y en la de Córdoba de modo particular, la casa de dos plantas —la planta inferior de techumbre alta para poder mantener fresca la temperatura durante el verano— representa el modelo más frecuente de vivienda unifamiliar tradicional, en cuyo interior nunca falta un espacio más o menos amplio destinado a patio común, generalmente solado de ladrillo o con losas de piedra. En la casa andaluza el patio ha cumplido como mínimo tres funciones diferentes: por un lado, ha servido para paliar parcialmente el aislamiento que imponía la costumbre de desarrollar gran parte de la vida cotidiana de puertas adentro, esto es, en el interior de la casa; al mismo tiempo, la presencia del patio permitía conseguir la iluminación necesaria en las distintas dependencias; y en tercer lugar, la razón tal vez más importante de que a través de los siglos haya subsistido el patio como un elemento fundamental de la casa, hay que buscarla en el hecho de que en el ámbito mediterráneo el clima se ha impuesto en la construcción de la vivienda, condicionando en gran medida su estructura interior.

En la casa tradicional conviene subrayar que se registran unas condiciones microclimáticas bastante más amplias y variadas que en los modernos pisos que estudiaremos después. El empleo de dos plantas, alta y baja, y de un patio interior, posibilita que, internamente, este tipo de hábitat no se comporte desde el punto de vista microclimático de forma homogénea a lo largo del día, y mucho menos estacionalmente. Ello es debido en gran medida al importante papel que desempeña el patio en el contexto medioambiental de la vivienda. Tanto es así que en aquellas casas que carecen de patio interior el microclima llega a ser prácticamente similar al de cualquier vivienda colectiva, sobre todo si además están construidas con una sola planta en vez de con dos.

Este papel tan relevante que desempeña el patio se debe



203

Una de las funciones básicas que tradicionalmente ha tenido la vivienda ha sido procurar un microclima tan confortable como fuese posible y sobre todo poco influido por el medioambiente exterior. Vivienda unifamiliar de 2 plantas y patio. C/ Osio.

fundamentalmente a su particular configuración, es decir, al hecho de ser un espacio que participa al mismo tiempo tanto de las características medioambientales de la propia vivienda —como un elemento más integrante de la misma— cuanto del medio ambiente exterior, dado que generalmente se construye sin ningún tipo de techumbre. En consecuencia, por esta doble aunque incompleta interrelación interior–exterior, el microclima del patio no solamente llega a presentar con frecuencia rasgos propios, sino que en último extremo también influye en el microclima de la casa favoreciendo la circulación del aire.

204 El ritmo térmico diario que se registra en el patio se encuentra íntimamente relacionado con el tipo de pavimento y con el juego de luces y sombras que va recibiendo a lo largo de la jornada en función de la orientación. Desde mi punto de vista, si se trataran adecuadamente ambos aspectos podrían introducirse algunos cambios sustanciales en el régimen térmico, y por extensión en el microclima de la vivienda. En algunos casos, sin embargo, hemos podido comprobar como, paradójicamente, esta magnífica función que debe desempeñar el patio en el contexto ambiental de la casa, ha quedado relegada a un segundo plano ante el protagonismo que ha adquirido otro tipo de elementos de carácter aparentemente estético; concretamente, en algunas casas el patio ha sido cubierto por una techumbre de cristal, fijo o móvil, que inevitablemente genera un efecto invernadero al impedir la salida de la radiación solar de onda larga procedente del suelo y permitir la entrada de la radiación de onda corta; el consiguiente incremento de la temperatura y de la humedad relativa provoca un ambiente interior difícil de soportar incluso con sistemas de acondicionamiento artificial.

Los patios modernos, de casas de reciente construcción, no suelen ser un ejemplo de arquitectura popular; pese a que intentan salvar la tradición dejando un hueco de macetas y cal, carecen de la funcionalidad y de la belleza que le da el tiempo a algunas cosas. En muchas viviendas que se construyen actualmente, la funcionalidad microclimática del patio es poco menos que anecdótica comparada con la que ha cumplido en la casa tradicional. Ello es debido a las reducidas dimensiones que se reservan para este espacio, aunque también tiene mucho que ver el inadecuado tratamiento que se hace del pavimento. En cualquier caso, lejos de ser un elemento que posibilita el transporte de aire fresco nocturno hasta el corazón de la vivienda, haciendo que la casa, como cualquier radiador bien diseñado, pueda exponer la mayor cantidad posible de superficie al refrescamiento, se comporta más bien

como un espacio relativamente cálido que apenas invita a su disfrute.

La funcionalidad microclimática del patio se aprecia fundamentalmente en la estación veraniega; en esta época del año delimita un espacio en el que los valores termométricos diarios siguen un ritmo sensiblemente distinto del que se registra en el interior del inmueble, unas veces son más elevados y otras más bajos, dependiendo de la fase del día, pero a fin de cuentas estas diferencias posibilitan la formación de pequeños gradientes térmicos en todo el conjunto edificado, que favorecen la circulación del aire a pequeña escala y mejoran la calidad ambiental. Las personas que habitan en una casa tradicional saben muy bien el confort que ello procura durante la prolongada estación veraniega. Por nuestra parte sólo nos queda concretar en cifras estadísticas los resultados de las observaciones que hemos llevado a cabo. La secuencia completa queda como sigue.

205

Durante el verano, al comienzo de la mañana el patio se mantiene aproximadamente 2°C más frío que la planta baja de la casa y entre 4°C y 5°C con relación a la planta superior; asimismo, permanece por término medio un 5 por ciento más húmedo. Precizando un poco más, se puede decir que a esta hora del día las condiciones termohigrométricas del patio son prácticamente similares a las que se registran en plena calle. En consecuencia, en tal situación es normal que se genere una pequeña circulación interior que aporta aire fresco procedente del patio hasta la planta baja de la vivienda.

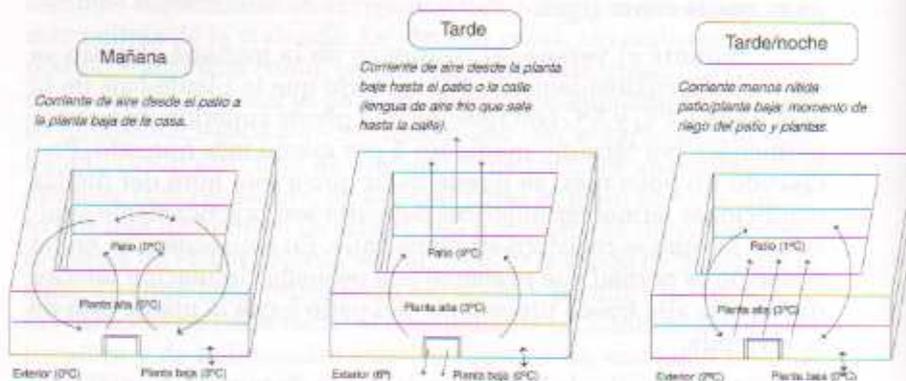
Al comienzo de la tarde, en cambio, la temperatura del patio permanece más elevada que la del interior de la casa. Por término medio, el diferencial térmico suele ser de 4°C respecto a la planta inferior y de apenas 1°C en relación con la planta superior; la humedad relativa se mantiene sin embargo entre un 6 y un 10 por ciento más baja. Con relación a la calle, el patio permanece a estas horas del día aproximadamente 2°C más fresco. Es decir, como se puede ver se produce una zonificación del gradiente térmico horizontal en tres sectores perfectamente diferenciados:

- Por un lado, el espacio interior de la casa, que representa el sector más frío.
- Por otro lado, el patio, que registra una temperatura más baja que la de la calle.
- Y finalmente, un tercer sector representado por la propia calle.

Como resultado de este gradiente térmico horizontal, se establece una circulación a pequeña escala consistente en una corriente de aire fresco que va desde la planta inferior hasta el patio; esta circulación interior del aire llega a ser aún más fluida en aquellas viviendas tradicionales que están diseñadas con dos patios en vez de con uno. En las calurosísimas tardes del verano cordobés, la microcirculación que estamos describiendo se percibe de inmediato cuando se pasa por delante de la puerta abierta de una de estas casas, al recibir en el rostro una maravillosa bocanada de aire fresco procedente del interior.

206

Fig. 58 Gradiente térmico interior/externo de una vivienda unifamiliar de dos plantas y patio. Verano.



NOTA: Los grados centígrados de las figuras no representan temperaturas reales, sino gradientes térmicos relativos medios.

A la caída de la noche, el patio se sigue manteniendo ligeramente más cálido que la planta baja aunque no tanto como al mediodía, en concreto alrededor de 1°C; en relación con la calle el diferencial térmico es prácticamente irrelevante. Quiero llamar la atención sobre este gradiente tan débil que se establece en condiciones normales a partir del ocaso solar, porque a mi modo de ver justifica plenamente la costumbre tan extendida entre los habitantes de la casa tradicional cordobesa de regar el patio y las numerosas plantas que se cultivan en los arriates y en las paredes: este riego es el que favorece, por evaporación, el descenso de la tempe-

ratura del patio, alterando el gradiente térmico horizontal y, por el mismo motivo, posibilitando un mayor movimiento del aire.

Por lo que respecta al invierno, el gradiente térmico horizontal no registra tantas variaciones al cabo del día como en verano. Muy al contrario, lo normal es que el patio presente en todo momento una temperatura más fría que el interior de la casa, aunque con diferencias notables según se compare con la planta superior o inferior. Los contrastes térmicos más fuertes, por encima de $4^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$, se registran en relación con la planta alta, sobre todo por la mañana y a medianoche. En cambio, con relación a la calle el patio se mantiene al comienzo de la mañana aproximadamente 2°C más cálido; por la tarde y noche el contraste térmico disminuye y apenas supone $0,8^{\circ}\text{C}$ de diferencia.

En resumidas cuentas, parece evidente que en zonas de clima cálido como la nuestra la funcionalidad microclimática ha justificado plenamente la presencia del patio como un elemento arquitectónico importantísimo dentro del conjunto de la vivienda.

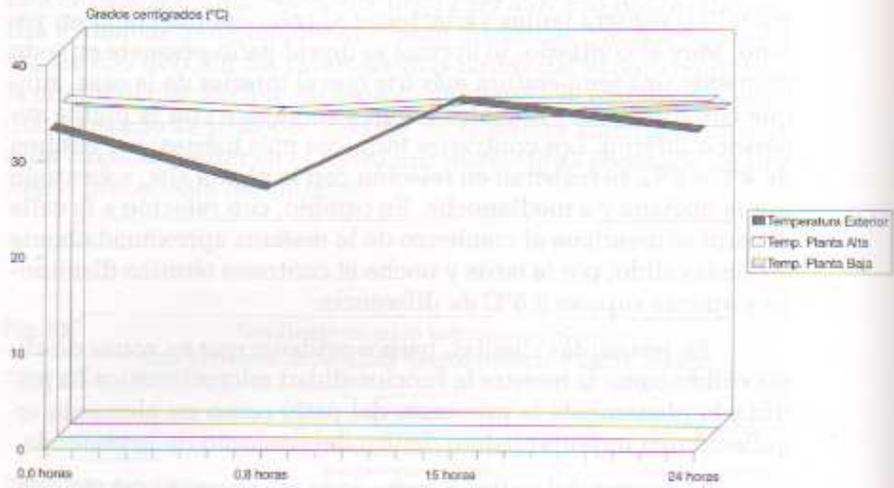
Al margen del patio, el resto de la casa presenta el siguiente ritmo térmico.

Verano. Al comienzo de la mañana la vivienda mantiene, en conjunto, una temperatura más elevada que la de la calle, comprendida entre 4°C y 6°C , aproximadamente. La humedad relativa permanece en cambio casi un 10 por ciento más baja. A su vez, en el interior del inmueble se registran también diferencias microclimáticas significativas entre las plantas superior e inferior; en concreto, en todas las mediciones que hemos efectuado la planta inferior ha permanecido más fresca —aproximadamente 2°C — y también más húmeda —alrededor de un 7 por ciento— que la planta superior.

En las primeras horas de la tarde el esquema anterior cambia por completo. En este momento la vivienda se mantiene netamente más fresca que la calle, en especial la planta baja que suele permanecer por término medio alrededor de 6°C más fría que el exterior. En el caso de la planta alta el contraste es mucho menor, escasamente de $2,5^{\circ}\text{C}$.

A partir de la noche, finalmente, la planta superior delimita siempre el sector más cálido de la casa, con una temperatura entre 2°C y $2,5^{\circ}\text{C}$ más elevada que la planta baja. A esta hora la planta inferior llega a permanecer con frecuencia incluso más fría que la calle —aproximadamente 2°C — y en torno a un 10–15 por ciento más húmeda.

Fig. 59 Casa unifamiliar de dos plantas en San Basilio
28 de Julio de 1993



208

Fig. 60 Casa de vecinos con dos plantas en San Agustín
13 de Agosto de 1993

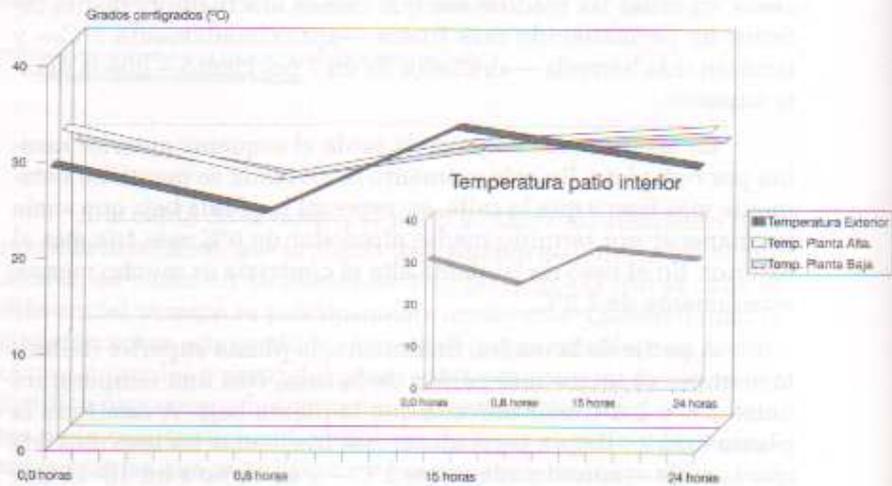
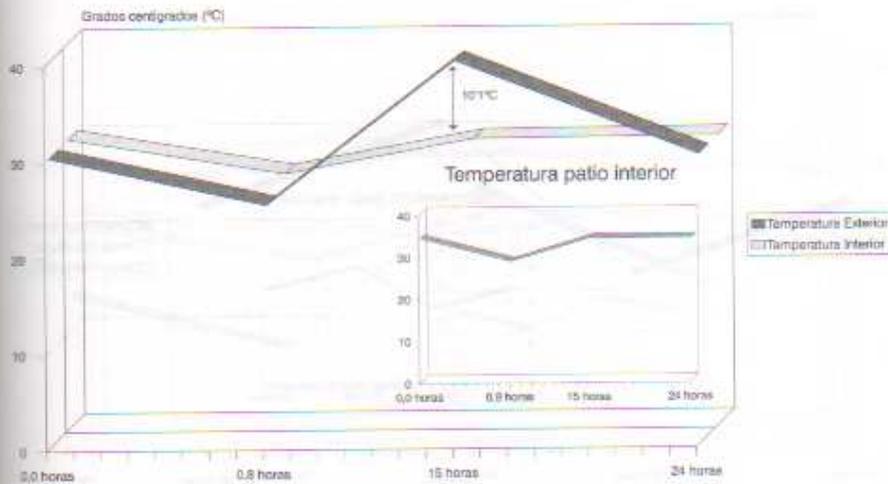


Fig. 61 Casa unifamiliar de una sola planta en El Brillante
18 de Julio de 1993



209

Invierno. Por la mañana y a medianoche el esquema es bastante parecido al que hemos descrito para el verano, es decir, temperaturas más elevadas en el interior de la casa con diferencias también muy similares: entre 4°C y 6°C al comienzo del día y entre 2°C y 3°C a la caída de la noche. Por otro lado, durante la noche la planta superior se mantiene aproximadamente 1°C – 1,5°C más cálida que la planta baja; en cambio, por la mañana las diferencias son tan suaves que muchas veces resultan prácticamente imperceptibles. En cuanto a la humedad relativa, tanto por la mañana como por la noche el interior de la vivienda se muestra entre un 10 y un 20 por ciento más seco que el exterior.

Durante la tarde el esquema no se parece tanto al del verano. Aun cuando el interior del inmueble sigue registrando una temperatura más baja que la de la calle, el contraste térmico es insignificante comparado con el que se alcanza en la estación veraniega: apenas 0,5°C – 1°C. En cambio la vivienda se mantiene un 5–10 por ciento más húmeda que el exterior. Interiormente la planta superior delimita el sector más cálido de la casa a esta hora del día, superando aproximadamente en 1°C la temperatura de la planta baja.

Fig. 62 Casa unifamiliar de dos plantas en San Basilio
5 de Marzo de 1993

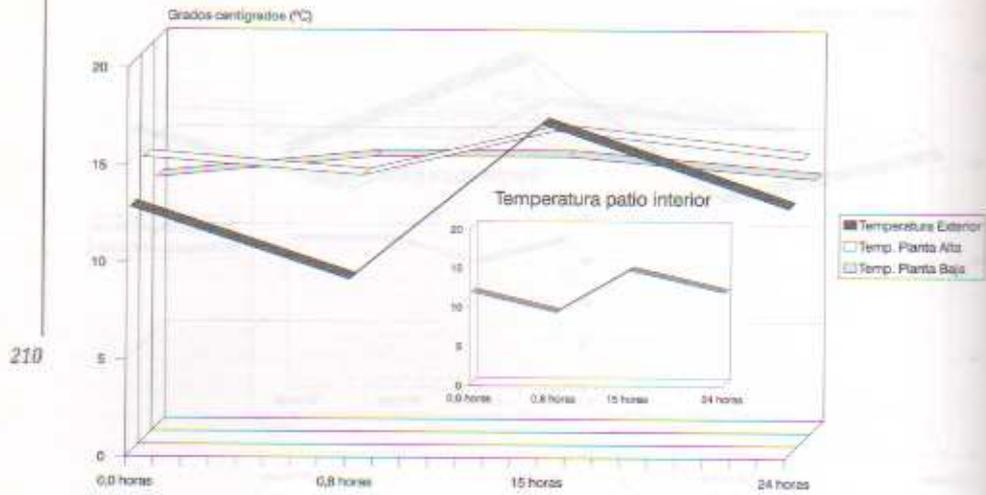


Fig. 63 Casa unifamiliar de dos plantas en el centro de la ciudad
(C/ M. Pelayo). 14 de Enero de 1993

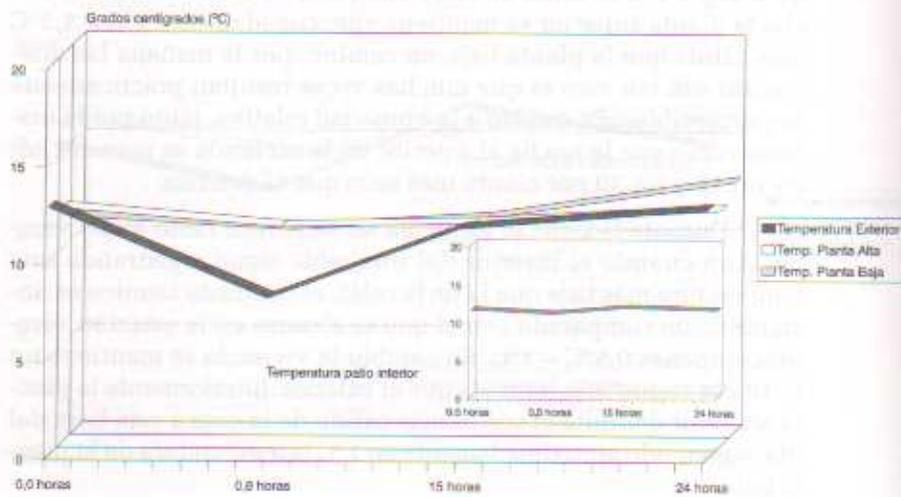
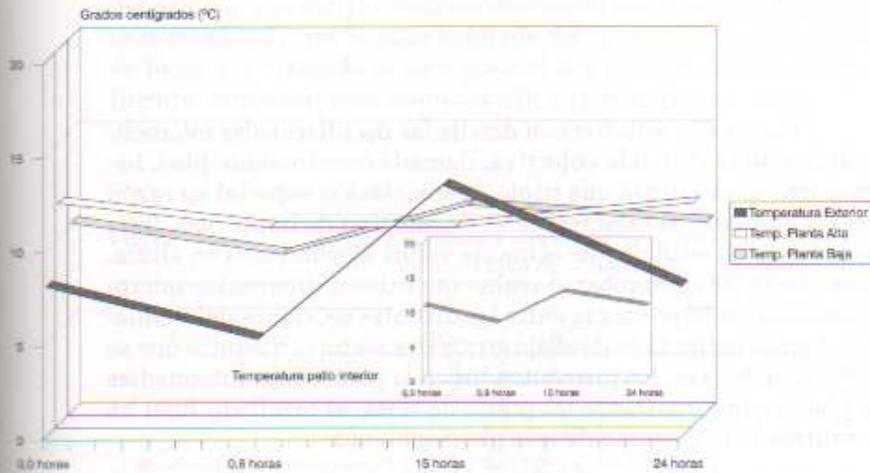
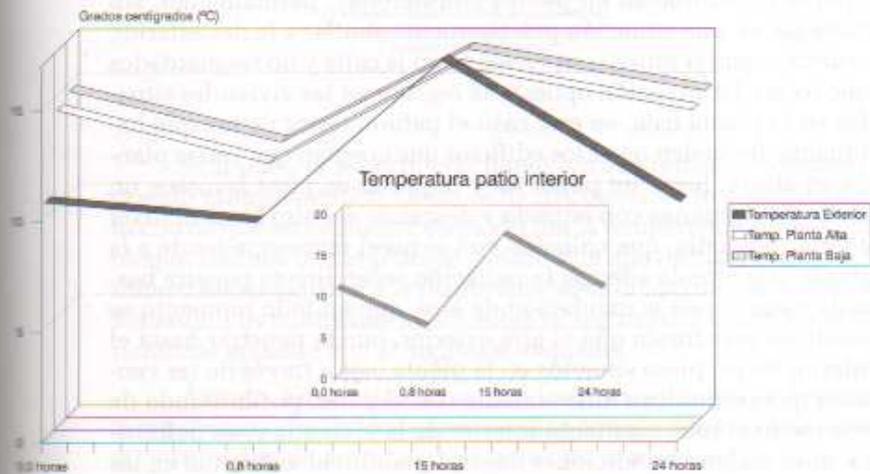


Fig. 64 Casa unifamiliar de dos plantas en la Judería
20 de Enero de 1993



211

Fig. 65 Casa unifamiliar de nueva construcción
con dos plantas en Miralbaida
24 de Enero de 1993



4.4.2.- La vivienda colectiva

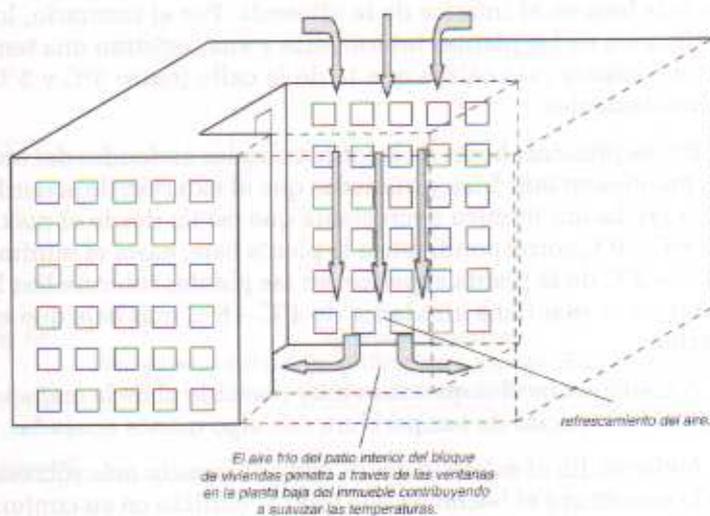
212

Para poder estudiar con detalle las peculiaridades microclimáticas de la vivienda colectiva, llamada comúnmente piso, hemos tenido en cuenta una triple diferenciación espacial en razón de las particulares características de este tipo de inmuebles, integrantes de un edificio que acumula varios alojamientos en altura. Con objeto de comprobar si realmente existen diferencias microclimáticas de importancia entre las distintas secciones del inmueble, hemos delimitado de abajo arriba tres sectores distintos que se corresponden con los pisos situados en la planta baja, intermedias y planta superior. Desde mi punto de vista, el resultado final ha confirmado lo acertado de este planteamiento.

En la planta superior de un bloque de pisos el ritmo térmico diario difiere sensiblemente del que presentan los pisos situados en las plantas intermedias y baja. En realidad, en la última planta es donde se registra el ambiente menos confortable. Recuerdo que en una ocasión, en pleno verano, cuando me disponía a efectuar las mediciones en una última planta, los inquilinos estaban convencidos de que las condiciones microclimáticas internas del piso eran incluso más insoportables que las de la calle; los resultados demostraron que no andaban muy equivocados, pues aunque no habitaban en peores condiciones, permanecían, sin embargo, en una situación prácticamente similar a la del exterior, es decir, como si estuviesen viviendo en la calle y no resguardados bajo techo. La situación opuesta se registra en las viviendas situadas en la planta baja, en este caso el patio interior de luz que habitualmente suelen tener los edificios que cuentan con varias plantas en altura, juega un papel muy importante, pues favorece un efecto de chimenea con entrada y descenso del aire hasta el nivel inferior del patio, que coincide con el nivel correspondiente a la planta baja, donde además la radiación solar directa penetra bastante menos; esta acumulación de aire, que en todo momento se mantiene más fresco que el aire exterior, puede penetrar hasta el interior de los pisos situados en la planta baja a través de las ventanas que comunican directamente con el patio, posibilitando de este modo el refrescamiento interior de la vivienda y, en definitiva, unas mejores condiciones de confortabilidad ambiental en las

calurosas noches de verano. En la cultura árabe existe un dispositivo muy parecido para luchar contra el calor: la llamada torre de viento; este modelo, que se emplea sobre todo en Irán, capta el aire del exterior y lo enfría conforme descende hacia la parte baja, que se corresponde con la zona habitada del inmueble; a veces, antes de llegar a la vivienda se hace pasar el aire por una cortina de agua (fuente, estanque) para humedecerlo y refrescarlo aún más.

Fig. 66 Refrescamiento del aire en un patio interior de un bloque de viviendas



213

Así pues, el aspecto más llamativo que refleja el comportamiento microclimático de un edificio colectivo, lo constituye el hecho de que en cualquier etapa del día la temperatura interna del bloque traduce una gradación ascendente que oscila desde el mínimo correspondiente a la planta baja hasta el máximo de la planta superior. Los contrastes más fuertes se registran durante los solsticios, de acuerdo con el siguiente esquema.

Verano. En la estación estival los pisos situados en la planta superior son los únicos que acumulan energía desde el orto hasta el ocaso solar; de manera que a partir de la medianoche es cuan-

do empiezan a perder poco a poco la energía acumulada durante el día. En comparación con esto, en las plantas intermedias y baja el descenso de la temperatura interior de los pisos se adelanta casi nueve horas, ya que se inicia a partir de las primeras horas de la tarde. Todo ello da como resultado el siguiente ritmo termohigrométrico.

Por la mañana, las viviendas situadas en la planta baja apenas presentan diferencias microclimáticas de importancia respecto al medio ambiente exterior. Aun cuando desde el punto de vista térmico suelen mantenerse más cálidas que la calle, la diferencia es sin embargo muy suave, de hecho en los diferentes registros que hemos llevado a cabo el contraste térmico siempre se ha mantenido en torno a 1°C. La humedad relativa permanece también ligeramente más baja en el interior de la vivienda. Por el contrario, los pisos situados en las plantas intermedias y alta registran una temperatura bastante más cálida que la de la calle (entre 3°C y 5°C, aproximadamente).

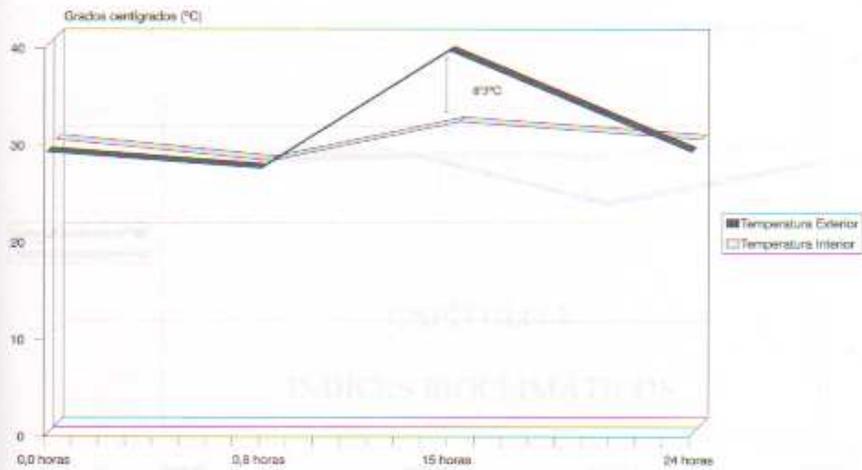
214

En las primeras horas de la tarde todas las viviendas del bloque se mantienen más frías y húmedas que el exterior, de acuerdo con una gradación térmica decreciente que oscila desde el máximo de 8°C – 9°C correspondiente a la planta baja, hasta el mínimo de 1,5°C – 2°C de la planta superior; en las plantas intermedias la temperatura se mantiene alrededor de 4°C – 6°C más baja que en el exterior.

A medianoche el esquema es muy parecido al de la mañana, si bien las diferencias de temperatura son algo menos acusadas.

Invierno. En el solsticio de invierno el aspecto más sobresaliente lo constituye el hecho de que todo el edificio en su conjunto presenta un balance energético diario mucho más homogéneo que en la estación veraniega. Tanto al comienzo de la mañana como por la noche las viviendas registran una temperatura más cálida que el exterior. La gradación térmica es sin embargo opuesta a la del verano, lo que quiere decir que la planta alta es la que registra los mayores contrastes respecto al exterior, comprendidos entre 4,5°C y 6,5°C; en el polo opuesto la planta baja tan sólo se mantiene 1,5°C – 2,5°C más cálida que la calle. Por la tarde, finalmente, la planta baja delimita el único sector del edificio que se mantiene claramente más frío y húmedo que el medio exterior.

Fig. 67 Vivienda colectiva
Piso bajo en edificio de 6 plantas (C/ Marcos Redondo)
21 de Agosto de 1993



215

Fig. 68 Vivienda colectiva
Piso intermedio (3º) en edificio de 4 plantas (Bda. de Lepanto)
14 de Agosto de 1993

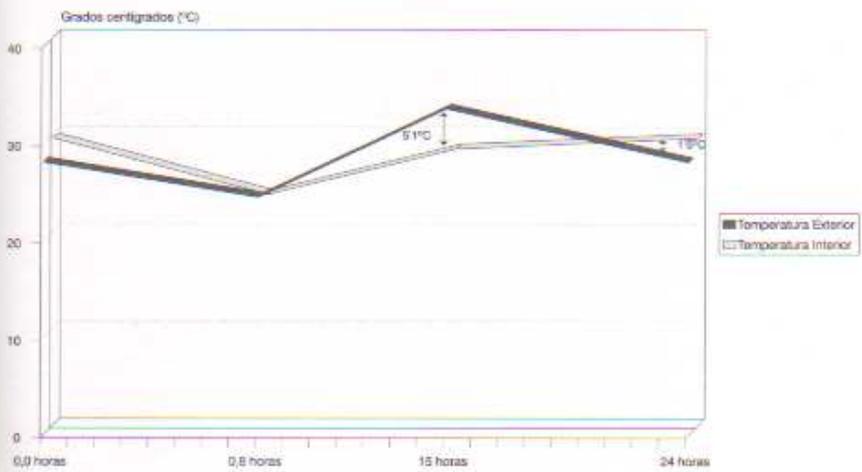
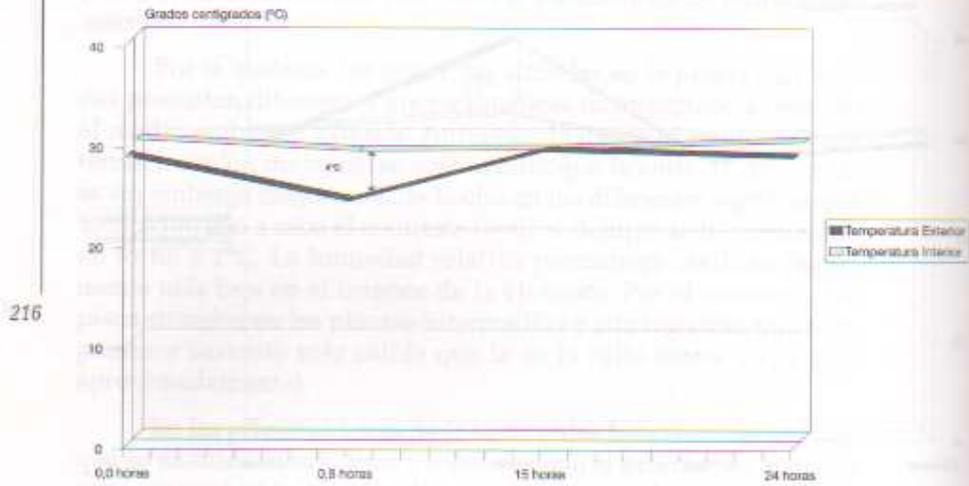


Fig. 69 Vivienda colectiva
Piso superior en edificio de 4 plantas (Parque Cruz Conde)
8 de Agosto de 1994



216

1.- Los elementos climáticos y el confort

Todos sabemos, por experiencia directa, que nuestro entorno físico nos somete en todo momento a una serie de influencias ante las cuales nuestro organismo tiene que readaptarse (sudoración, por ejemplo). Entre el organismo humano y su medio ambiente debe existir continuamente un equilibrio térmico que permita tanto el desarrollo de la vida de ese organismo como de toda la serie de actividades que lleva a cabo. La gama de condiciones climáticas en las que los seres humanos conservan la temperatura del cuerpo relativamente constante, reduciendo al mínimo las pérdidas de energía, se define como *zona de confort*. El mantenimiento del equilibrio térmico entre el cuerpo y el medio exterior es, por lo tanto, la primera condición del confort. Numerosos investigadores han tratado de cuantificar este equilibrio térmico y, por lo general, se suelen servir de la siguiente fórmula:

$M \pm W \pm S - E \pm R \pm C = 0$, en donde:

M = es el metabolismo humano.

W = es el efecto debido al calor.

S = es la acumulación de energía en el cuerpo.

E = son las calorías perdidas por la respiración y la evaporación.

R y C = son las tasas de ganancia y pérdida por radiación y convección.

En el terreno de la climatología, un apartado importante relacionado con este tema consiste en conseguir un ambiente en el cual no sean necesarios esfuerzos indebidos para compensar las diferencias térmicas con el medio ambiente exterior. Para fijar los límites de esta zona se han realizado experimentos sobre personas, siguiendo el criterio de definir y localizar el paso desde las situa-

ciones térmicamente normales a aquellas otras en las que sucede el sentimiento de disconfort. Tales coordenadas no son iguales para todo tipo de personas. Dependen del sexo: la mujer prefiere medio grado más de temperatura que el hombre. La edad también influye: a partir de los cuarenta años es necesario medio grado más de temperatura. También varían con las condiciones geográficas. En líneas generales, se parte de la base de que el cuerpo humano se encontrará en mejores condiciones en un ambiente climático en el que el gasto de energía sea mínimo y el esfuerzo de adaptación el menor posible.

2.- El confort climático de Córdoba

Para apreciar con detalle el grado de confort climático de Córdoba, vamos a tratar de abordarlo desde distintos enfoques, comenzando en primer lugar por el examen de las temperaturas medias diarias y aplicando a continuación diversos índices y climogramas bioclimáticos que sintetizan de una manera gráfica todo el estado de la cuestión.

En Córdoba el grado de bienestar en temperatura media presenta al cabo del año el esquema que aparece reflejado en el cuadro 19, en el que hemos sintetizado los valores medios diarios correspondientes al período de treinta y cinco años 1953-1987. A nivel de temperatura media se considera como valor óptimo el comprendido entre 18°C y 19,9°C; a partir de este umbral las condiciones se van degradando progresivamente tanto por exceso como por defecto.

Cuadro 19

GRADO DE BIENESTAR EN TEMPERATURA MEDIA EN CÓRDOBA

Días de temperatura óptima, de 18 a 19°C	16
Días de temperaturas suaves. Frescas, de 13 a 17°C	77
Días de temperaturas suaves. Cálidas, de 20 a 24°C	78
Días fríos, de 8 a 12°C	122
Días cálidos, de 25 a 29°C	72
Días muy fríos, de 3 a 7°C	—
Días muy calurosos, de 30 a 34°C	—

Durante 16 días al año se puede afirmar que la termometría media de Córdoba es realmente óptima. El mes de octubre destaca en este sentido por ser el que presenta la frecuencia más elevada de días con un grado óptimo de bienestar (once aproximadamente), seguido a continuación por el mes de mayo con cinco.

La frecuencia anual de días de temperatura suave es de 155, de los que prácticamente la mitad son suaves-frescos: quince días en marzo, el mes de abril completo, seis días en mayo, doce en octubre y catorce en noviembre; el resto del período es suave-cálido: veinte días en mayo, veinticuatro en junio, veintiséis en septiembre y ocho en octubre. Si sumamos los días de temperatura óptima y los de temperatura suave, resulta que durante cerca de seis meses las condiciones termométricas medias de Córdoba son bastante agradables.

El período frío, en el que la temperatura media diaria queda comprendida entre 8°C y 12°C, se extiende a lo largo de cuatro meses: la etapa propiamente invernal (diciembre, enero y febrero), además de dieciséis días en marzo y otros dieciséis en noviembre. Como es lógico, la calefacción se convierte durante este período en un elemento casi imprescindible en las viviendas.

Por último, el período cálido ocupa íntegramente los meses de julio y agosto, y en mucha menor medida junio (seis días) y septiembre (cuatro días). En total llegan a contabilizarse 72 días cálidos de acuerdo con sus temperaturas medias.

Ahora bien, hemos de tener presente que esta forma de evaluar el grado de bienestar térmico a partir de los valores medios diarios es, por encima de todo, una labor especialmente prolija.

que sin embargo no tiene en cuenta las condiciones más extremas del clima que son las que a fin de cuentas tiene que soportar habitualmente el ciudadano. La rigurosidad del clima cordobés tiene que ver casi exclusivamente con unas temperaturas extremas excesivamente elevadas, y en estos casos las situaciones más insostenibles se producen cuando los valores termométricos se siguen manteniendo anormalmente altos durante la etapa en la que es necesario descansar para reponerse del esfuerzo diario, o sea, durante la noche. Para referirse a este tipo de situaciones, en el lenguaje meteorológico se emplea el término «noche tropical», que se utiliza cada vez que la temperatura mínima nocturna se mantiene invariablemente por encima de 20°C-25°C, considerado el umbral térmico a partir del cual resulta difícil poder conciliar el sueño.

222

Pues bien, si tomamos como referencia el período de 73 años comprendido entre 1914 y 1986 (cuadro 20), en Córdoba llegan a contabilizarse por término medio al cabo del año treinta «noches tropicales», durante las cuales el termómetro se mantiene en todo momento por encima de 20°C. Más de la mitad de estas situaciones se concentran en los meses centrales del verano, aunque también suelen ser habituales durante los meses de junio y septiembre. La situación se agrava aún más cuando se combinan temperaturas elevadas y humedad relativa alta, pues sobrepasando el 60 por ciento dificulta la acción de los mecanismos naturales con los que el cuerpo humano se refresca.

Cuadro 20

FRECUENCIA MEDIA DE DÍAS DE TEMPERATURA MÍNIMA \geq 20°C

ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
1	1	4	9	9	5	1

3.- La aplicación de índices bioclimáticos

Un apartado especial dentro de la vertiente aplicada de la climatología lo constituye la utilización de índices y diagramas de bienestar o confort climático, que como su nombre indica permiten calcular el grado de bienestar en un lugar determinado y en una época concreta. Estos diagramas expresan los elementos del clima gráficamente, delimitando las situaciones más óptimas. Elementos como la temperatura del aire, la temperatura del termómetro húmedo, la insolación, el viento, la humedad, la precipitación, cuando los combinamos entre sí y con los índices del balance térmico humano, nos permiten calcular el grado de bienestar climático de un lugar determinado y en una época concreta. Los primeros estudios sobre confort climático intentaban reflejar estos aspectos a partir únicamente de dos variables: temperatura y humedad. Posteriormente se han propuesto y mejorado muchos índices bioclimáticos, que tratan de establecer entre qué valores de los principales elementos del clima el ser humano se encuentra en una situación confortable. Como resulta que la temperatura sensible del cuerpo es una combinación de la temperatura y del movimiento del aire, de la humedad y de la radiación solar, dentro de los climogramas se delimitan una serie de zonas que son las características del confort para unas temperaturas y humedades determinadas; para otras zonas la sensación puede llegar a ser la misma siempre y cuando intervengan el resto de los elementos constituyentes del clima, de este modo se llega a obtener una «temperatura efectiva» análoga a las ideales del confort. El climograma expresa, en definitiva, la interrelación de unos elementos del clima con otros y cómo actuando sobre algunos de ellos podemos variar los límites de la zona de confort.

No son pocos los índices propuestos para estudiar las condiciones más favorables desde el punto de vista del bienestar humano. Uno de ellos es el de Taylor, cuyo climograma resulta de combinar las temperaturas medias mensuales en las ordenadas y las precipitaciones en las abscisas. Este tipo de climograma se utiliza principalmente para resumir amplias diferencias climáticas en relación con la actividad humana, particularmente con referencia al asentamiento.

Teniendo en cuenta el poder de refrigeración del viento, Siple ha propuesto un nuevo índice en el que la relación viene dada por la combinación entre las temperaturas y la velocidad del viento en metros por segundo.

Parecido al anterior es el llamado índice del «poder de refrigeración» introducido en bioclimatología por el médico inglés L. Hill, que evalúa la pérdida de calor en milicalorías por centímetro cuadrado y por segundo que sufre el cuerpo humano bajo la influencia del ambiente atmosférico que le rodea. La fórmula de Hill para calcular el valor del poder refrigerante viene dada por la ecuación:

$$R = (0,21 + 0,127 \times V \times 0,62) (66 \times 1,8 \times T). \text{ En donde:}$$

R = poder de refrigeración en milicalorías por centímetro cuadrado y por segundo.

V = velocidad del viento en kilómetros/hora.

T = temperatura del termómetro húmedo en °C.

Los valores medios mensuales de este poder de refrigeración, junto con la escala de sensaciones de Schmid, permiten establecer una relación entre dichos valores y la sensación que experimenta el cuerpo humano según los términos siguientes:

PODER DE REFRIGERACIÓN	SENSACIÓN EXPERIMENTADA
20 a 30	Bochornosa
30 a 40	Caliente o cálida
40 a 48	Suave
49 a 58	Fresco
59 a 75	Frío
76 a 90	Muy frío
>90	Extremadamente frío

En la figura 71 aparecen representados los valores resultantes de aplicar el índice de L. Hill, de acuerdo con la escala de sensaciones de Schmid referida a una persona vestida y sometida a la acción de la atmósfera libre. Teniendo en cuenta las variables climáticas utilizadas (velocidad del viento y temperatura del termómetro húmedo), el mes de noviembre es el único que merece el calificativo de «suave» en Córdoba. Muy cerca se encuentran también los meses de enero, mayo, junio y octubre. Por el contrario,

agosto resulta bastante desagradable, rozando incluso el carácter «bochornoso». En el extremo opuesto se encuentra febrero, que también resulta desagradable pero por su carácter «fresco» según la referida escala de Schmid.

Junto a este tipo de índices que acabamos de exponer, existen los llamados «climático-turísticos», en los que las variables climatológicas que intervienen son fundamentalmente insolación, temperatura y precipitación. Tal es el caso del índice de Clausse y Guerout y el de Clausse y Rivolier, de aplicación habitual en las latitudes francesas. El primero se expresa por la fórmula:

$$I = S + T - 5D. \text{ En donde:}$$

S = duración de la insolación en horas.

T = temperatura en °C.

D = duración de las precipitaciones a lo largo del día.

El segundo índice queda definido por la fórmula: $I = S + 2T - 5D$, en el que I , S , T y D representan las mismas variables que en el caso anterior.

3.1.- Climograma de Taylor

El climograma de Taylor es útil en el caso de que no exista estación con higrómetro para medir la humedad relativa, y sólo exista pluviómetro para medir las precipitaciones, además de termómetro. En el eje de ordenadas se sitúa la precipitación media en milímetros de altura o en litros por metro cuadrado y en el de abscisas la temperatura. Se pueden sacar conclusiones parecidas a las de la carta bioclimática. El climograma de Taylor nos presenta para Córdoba unas características que están resumidas en la fi-

Fig. 70

Climograma de Taylor

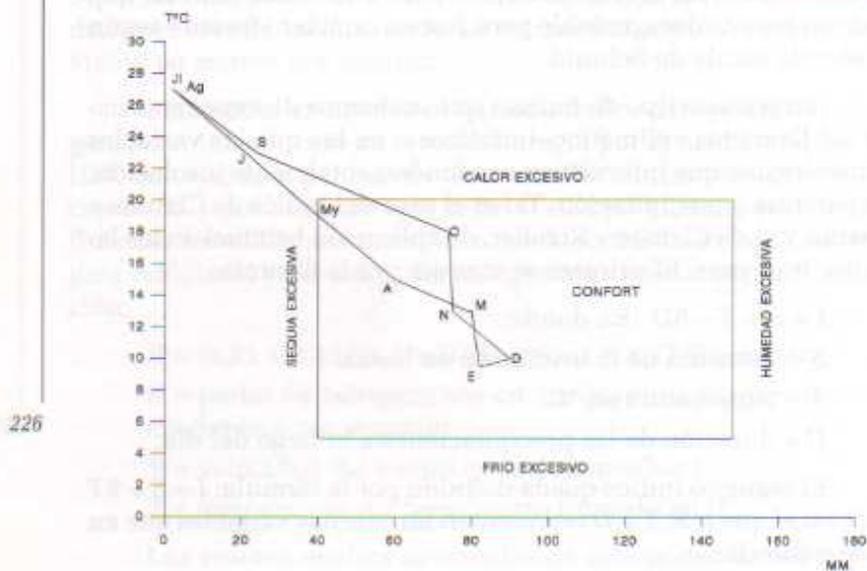
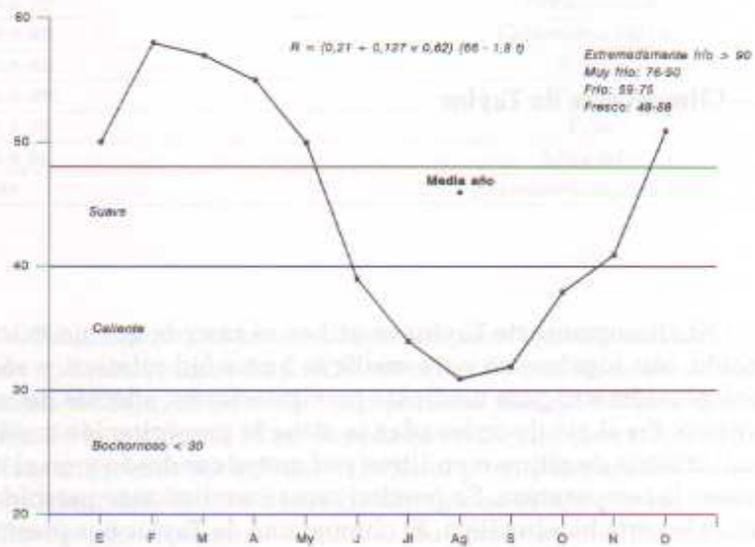


Fig. 71

Climograma de Schmid



gura 70, es decir, una gran oscilación anual en los valores termopluiométricos a lo largo del año. Sin embargo, lo que viene a demostrarnos el climograma de Taylor es el efecto suavizante que ejerce la humedad atmosférica sobre las temperaturas, tanto máximas como mínimas. Así, por ejemplo, durante los meses más fríos del año las precipitaciones actúan de tal forma que todos quedan dentro de los límites de confort, que de otro modo, es decir, con una humedad escasa, es muy posible que quedasen mucho más cerca del límite de «frío excesivo». Lo contrario sucede durante los meses estivales, en los cuales la sensación de «sequedad» y de «calor excesivo» se ven acentuados por una falta de lluvia, que en el caso contrario no los alejaría tanto de la zona de confort; es lo que ocurre en el mes de mayo, que con una temperatura media de 19'5°C queda todavía dentro de esta zona por recibir unas precipitaciones de 35'0 mm.

227

3.2.- Índice de Siple

El índice de Siple relaciona la velocidad del viento con la temperatura para averiguar las necesidades de calor del cuerpo humano en kilocalorías/metro cuadrado de superficie corporal y hora, cuando las condiciones son hipertérmicas, o bien el exceso de calor en las mismas unidades cuando las condiciones son hipotérmicas.

La fórmula que se emplea aparece reflejada en las figuras 72 a 74, en donde «V» es la velocidad del viento en m/seg.; «T» es la temperatura del termómetro seco en °C y «P» significa kilocalorías por metro cuadrado de superficie corporal y hora. Los resultados se expresan en un ábaco con las siguientes categorías:

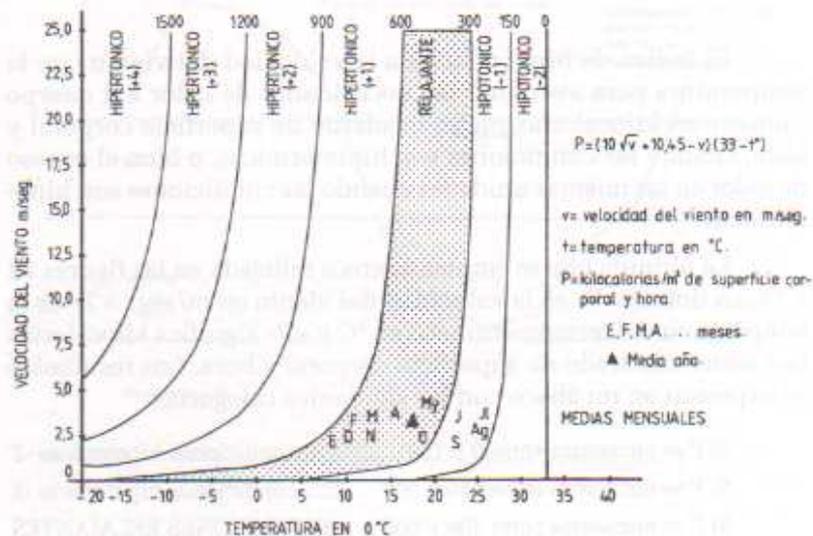
- Si P se encuentra entre 0 y 150 condiciones hipotónicas -2
- Si P se encuentra entre 150 y 300 condiciones hipotónicas -1
- Si P se encuentra entre 300 y 600 CONDICIONES RELAJANTES

- Si P se encuentra entre 600 y 900 condiciones hipertónicas +1
- Si P se encuentra entre 900 y 1200 condiciones hipertónicas +2
- Si P se encuentra entre 1200 y 1500 condiciones hipertónicas +3
- Si P se encuentra entre más de 1500 condiciones hipertónicas +4

Generalmente, este índice suele utilizarse con datos diarios o referidos a situaciones concretas, como las que aparecen en las figuras adjuntas aplicadas a Córdoba que a continuación pasamos a comentar.

La figura 72 representa el índice de Siple referido a los valores medios anual y mensual. De acuerdo con los resultados, Córdoba presenta un valor medio de poder refrigerante de 384'1 kilocalorías por metro cuadrado de superficie corporal y hora, lo cual significa que su clima pertenece de lleno a la zona relajante comprendida entre 300 y 500 kilocalorías. En principio pues, no tendrían lugar ni la termogénesis (lucha contra el enfriamiento exterior por consumo de calorías), ni la termólisis (lucha del organismo humano para eliminar las calorías que sobran). A nivel mensual únicamente la etapa más calurosa del año (junio, julio, agosto y septiembre) se sale de la zona relajante y se sitúa en el hipotónico-1, a causa lógicamente de las altas temperaturas.

Fig. 72 Stress climático cutáneo-Córdoba. Índice de Siple



Ahora bien, hemos de tener presente que nos estamos refiriendo a valores medios, tanto anuales como mensuales, y toda media no es más que la abstracción centralizada de una serie de datos que pueden estar bastante alejados entre sí. En nuestro caso esta dispersión de los valores se centra en los meses de verano, como consecuencia de las elevadas temperaturas y de un viento insuficiente, mientras que durante el resto del año se mantienen dentro de la zona en la que el stress cutáneo es muy escaso o nulo. Para minimizar los efectos que la abstracción anteriormente dicha lleva consigo, hemos representado en las figuras 73 y 74 períodos de tiempo equivalentes a un día. Estos períodos diarios representan los fenómenos más importantes del clima de Córdoba, y también los que se presentan con una frecuencia más elevada; suponen por sí mismos períodos de observación fácilmente perceptibles, que reflejan mucho más fielmente la vida diaria de la ciudad. Son, en definitiva, situaciones típicas del clima de Córdoba. Cada nube de puntos equivale a un día, del que hemos tomado los valores de velocidad del viento en metros por segundo y de temperatura en grados centígrados durante once horas (véase apéndice número 5). Las situaciones elegidas han sido las siguientes:

229

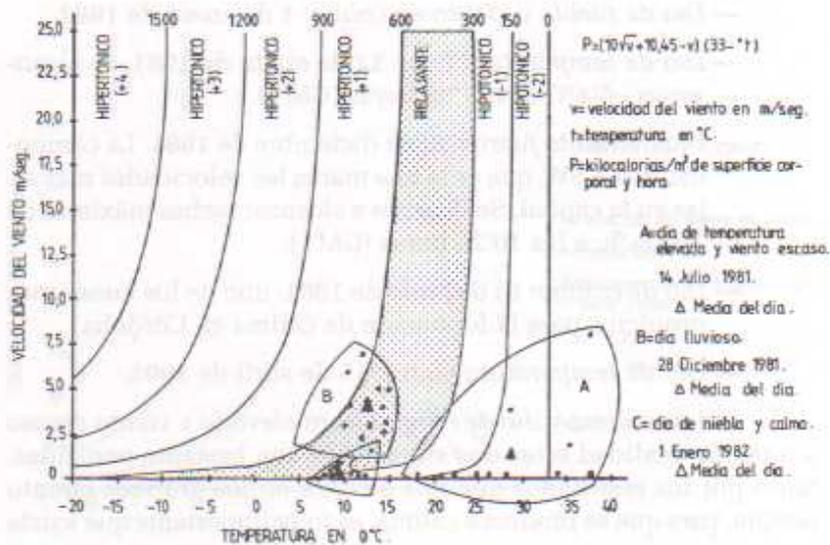
- *Día de temperatura elevada y viento escaso o nulo*: 14 de julio de 1981, se alcanzaron 40°C de temperatura máxima absoluta a las 16'30 horas (GMT).
- *Día lluvioso*: 28 de diciembre de 1981, se recogieron 33'8 litros por metro cuadrado en veinticuatro horas.
- *Día de niebla y viento en calma*: 1 de enero de 1982.
- *Día de temperatura baja*: 12 de enero de 1981, se alcanzaron -6'4°C a las 7'30 horas (GMT).
- *Día de viento fuerte*: 30 de diciembre de 1981. La componente fue SW, que es la que marca las velocidades más altas en la capital. Se llegaron a alcanzar rachas máximas de 70 km/h. a las 10'25 horas (GMT).
- *Día de calima*: 18 de junio de 1981, uno de los meses más propicios para la formación de calima en Córdoba.
- *Día de temperatura suave*: 15 de abril de 1992.

Día de calima y día de temperatura elevada y viento escaso o nulo. En realidad estas dos situaciones son bastante parecidas, tanto por los resultados que nos ofrecen en los gráficos cuanto porque, para que se produzca calima, es muy importante que exista

una situación como la que tiene lugar el día 14 de julio de 1981, es decir, un tiempo «seco y bueno» propio de la etapa estival. Sinópticamente representan dos situaciones depresionarias por efectos térmicos. En ambos casos los movimientos del aire, tanto verticales como horizontales, suelen ser débiles, por lo que los gases y partículas sólidas en suspensión tienen el espacio expedito para concentrarse por encima de la ciudad. La escasez de vientos, que en caso contrario haría imposible la formación de calima, es el elemento más importante para definir como realmente desagradables estas dos situaciones típicas.

Día lluvioso. Se trata de uno de esos tipos de tiempo del oeste o del suroeste que son los que nos aportan las mayores cantidades de precipitaciones. La situación que aparece en la figura 73 es bastante simple, se podría resumir diciendo que nos mantendremos en la zona relajante a menos que el viento no llegue a alcanzar velocidades superiores a 5 metros/segundo; es lo que ocurre a las 18 y 21 horas (GMT), en donde vientos «Moderados» de 7 y 6 metros/segundo, respectivamente, convierten en hipertónico +1 un día lluvioso.

Fig. 73 Stress climático cutáneo-Córdoba. Índice de Siple

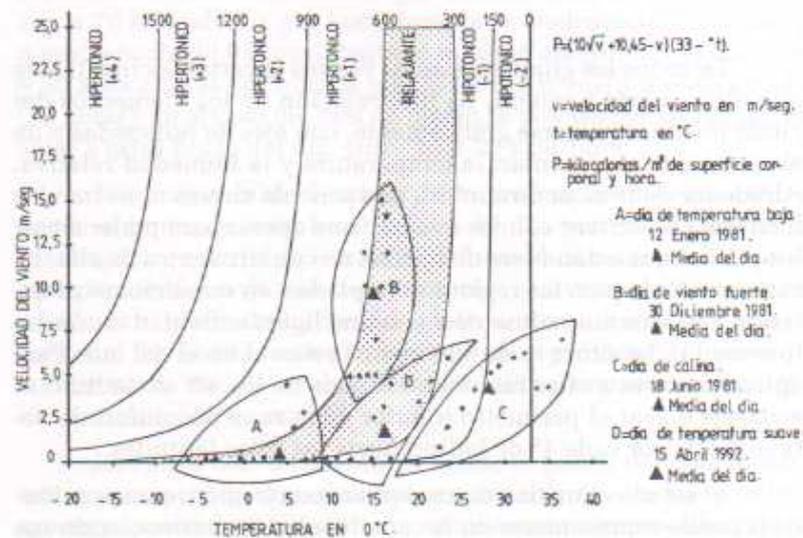


Día de niebla y viento en calma. Esta situación está ligada principalmente a un anticiclón frío. El aire es subsidente, los vientos son bastante débiles, sobre todo en el centro del anticiclón, y además suelen aparecer muy a menudo inversiones de temperatura que estabilizan el aire. En estas condiciones, bastaría que el viento aumentase ligeramente su velocidad para que nos situásemos dentro de la zona relajante, ya que la movilidad del aire impediría la formación de inversiones al igualar térmicamente las zonas más bajas de la atmósfera.

Día de temperatura baja. La situación es bastante parecida a la anterior. En este caso un ligero aumento en la velocidad del viento nos situaría en la zona de confort, pues posibilitaría que se igualaran las temperaturas de las capas cercanas al suelo e impediría las inversiones térmicas. No obstante, el aumento de la velocidad del viento ha de ser bastante moderado, ya que la sensación es más desagradable cuando se unen los efectos de las bajas temperaturas y el viento. Por ello, basta con que el aire alcance velocidades de 2 metros/segundo para que pasemos a la situación de hipertónico +1, aunque la temperatura sea relativamente más elevada como sucede a las 12, 13 y 21 horas (GMT).

231

Fig. 74 Stress climático cutáneo-Córdoba. Índice de Siple



Día de viento fuerte. Pertenece a la zona relajante pero muy cerca ya de los dominios del hipertónico +1. La distribución de la nube de puntos (horas) parece indicarnos que, llegando a un cierto límite la velocidad del viento, se hace necesario que aumenten las temperaturas para poder seguir manteniéndonos dentro de la zona de relajación; es lo que ocurre a las 12 y 13 horas (GMT), en donde unas temperaturas de 14°C y 14'4°C, respectivamente, resultan insuficientes cuando se presentan vientos con velocidades de 12 y 10 metros/segundo.

Día de temperatura suave. De forma resumida se puede decir que, en conjunto, queda dentro de la zona relajante. En la práctica la situación varía en función de la velocidad del viento, de tal forma que podrán registrarse situaciones de hipotónico -1 siempre y cuando exista calma o la velocidad del viento sea insuficiente.

3.3.- Criterio de Olgay. La carta bioclimática

De todos los climogramas tal vez sea la carta bioclimática la que ofrezca más ventajas. La interrelación de los elementos del clima puede expresarse gráficamente, con ejes de ordenadas y de abscisas que representan la temperatura y la humedad relativa. Alrededor de la zona de confort, una serie de curvas muestran las medidas correctivas con las que hay que operar para poder situar los puntos que están fuera de la zona de confort dentro de ella. La carta es válida para las regiones templadas, en condiciones al exterior, vestidos normalmente y con una ligera actividad muscular (paseando). La altura es de 300 metros sobre el nivel del mar. Para aplicar la carta a otras regiones distintas de los 40° de latitud, se aconseja elevar el perímetro inferior de la zona de confort de verano 0'5°C por cada 4° de latitud hacia las bajas latitudes.

El estado climático de cualquier zona (región, comarca, ciudad) puede representarse en la carta bioclimática conociendo sus

temperaturas y humedad en las épocas, días y horas que interese estudiar. Los puntos que caigan dentro de la zona de confort corresponden a épocas de bienestar, en las cuales no hay necesidad de medidas correctoras.

Si los puntos caen más altos que el perímetro superior de la zona de confort, se hace necesario el viento con las velocidades que están marcadas en la carta. Si la temperatura es alta y la humedad relativa es baja, se sentirá sequedad y calor, en tal caso los vientos poca ayuda pueden prestar y el mejor remedio es combatirlo con la evaporación (masa vegetal, láminas de agua).

Hacia la mitad de la carta, en el perímetro inferior de la zona de confort, está la línea de sombra; hacia arriba de esta línea cualquier punto que intente situarse dentro de la zona de confort habrá de estar a la sombra, mientras que si está por debajo precisará radiación solar.

233

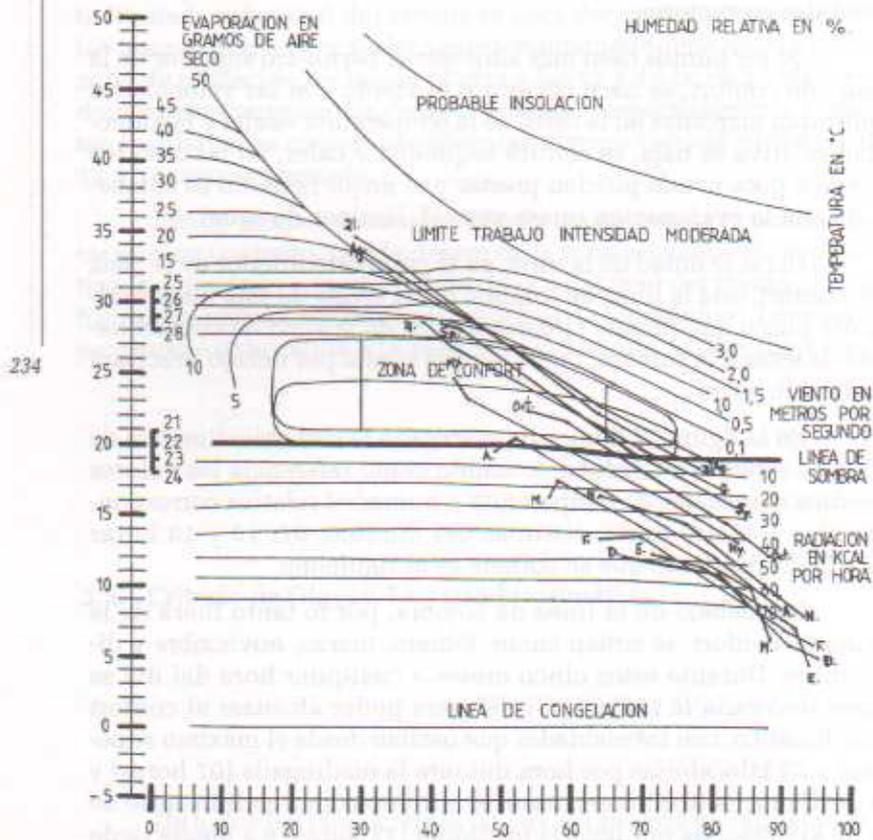
En la figura 75 hemos representado la carta bioclimática de Olguy referida a Córdoba, tomando como referencia los valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa correspondientes a cuatro horas distintas del día (0,0, 07, 13 y 18 horas GMT). El resultado que se obtiene es el siguiente:

Por debajo de la línea de sombra, por lo tanto fuera de la zona de confort, se sitúan enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre. Durante estos cinco meses a cualquier hora del día se hace necesaria la radiación solar para poder alcanzar el confort bioclimático, con intensidades que oscilan desde el máximo superior a 70 kilocalorías por hora durante la madrugada (07 horas) y a medianoche (0,0 horas), hasta el mínimo comprendido entre 30 y 50 kilocalorías por hora al mediodía (13 horas) y a media tarde (18 horas); en el caso del mes de marzo se precisa menos radiación solar a estas horas del día, entre 10 y 20 kcal/hora.

Los meses de abril, mayo y octubre son los más favorables desde el punto de vista bioclimático. En los tres casos durante la madrugada y a partir de la medianoche se hace necesaria la radiación para aliviarse de unas temperaturas relativamente frescas y de un elevado grado de humedad relativa, sin embargo durante el resto del día la situación se mantiene muy próxima a la zona de confort como sucede en abril, o bien resulta plenamente confortable como sucede en mayo y octubre.

La época más desfavorable desde el punto de vista bioclimático comprende aproximadamente cuatro meses: junio, julio, agosto y septiembre. No obstante, se advierten algunas diferencias

Fig. 75 Carta bioclimática de Olgyay



significativas que permiten establecer dos grupos distintos: junio-septiembre y julio-agosto. En el primer grupo la situación se encuentra muy próxima al confort tanto por la noche (00 horas GMT) como al mediodía (13 horas GMT); el resto de la jornada es menos favorable, unas veces por exceso de temperatura (18 horas GMT), lo que exige para su corrección que aumente la velocidad del viento ligeramente, y otras veces por defecto de temperatura y exceso de humedad (07 horas GMT), lo cual se corrige con radiación solar. En el segundo grupo el esquema es similar al anterior durante la madrugada, en cambio a medianoche la combinación de tempe-

ratura y humedad relativa suele dar, curiosamente, como resultado una situación de relativo confort bioclimático. Por el contrario, durante el resto del día la presencia de unas temperaturas excesivamente elevadas convierten la situación en extremadamente desagradable.

3.4.- La carta bioclimática para edificios de Givoni

235

Muchas veces, a la hora de elegir un emplazamiento o de realizar un determinado diseño urbano es imprescindible considerar, además de las condiciones exteriores, el microclima creado por el edificio en sí. Como ha puesto de manifiesto Baruch Givoni, la temperatura interior en edificios no acondicionados, especialmente en edificios muy compactos (de mucha masa estructural), de regiones áridas y calurosas puede ser muy diferente de las condiciones del ambiente exterior. La carta bioclimática de edificios fue desarrollada por Givoni para solucionar los problemas que presentaba la carta de Olgyay. A diferencia de la anterior, el autor considera el efecto de la propia edificación sobre el ambiente interior. Los límites de la zona de confort y las diferentes estrategias para garantizar el confort interior, marcados en la carta bioclimática para edificios, están basados en la temperatura estimada en edificios sin aire acondicionado, correctamente diseñados para el lugar donde han sido construidos. Gráficamente la carta bioclimática para edificios difiere de la de Olgyay en que se dibuja en una carta psicrométrica convencional, con la temperatura en el eje de abscisas y la humedad absoluta (contenido de vapor en gr/kg o presión de vapor en mm/Hg) o también la humedad relativa en el eje de ordenadas.

En las figuras 76 y 77 hemos construido para Córdoba la

carta de Givoni a partir de dos tipos de medidas: por un lado, empleando datos medios horarios correspondientes a las 0'7 h, 13 h, 18 h y 24 h (GMT) en cada una de las cuatro estaciones del año; y por otro lado, a nivel de registros medios mensuales. En el primer caso (fig. 76) la situación de confort únicamente se alcanza en dos estaciones: en primavera al mediodía y hacia la media tarde, y en verano alrededor de la medianoche. La situación de disconfort predomina durante el resto del año, demandando medidas correctoras de diversa índole para poder combatirla.

En invierno y otoño, durante la madrugada la radiación solar resulta insuficiente y se hace necesario recurrir a métodos convencionales para poder conseguir el calentamiento del edificio.

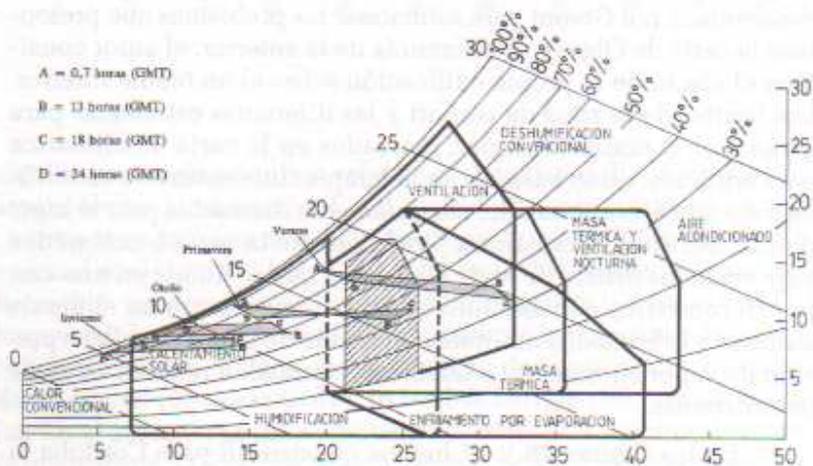
En la estación veraniega, a mediodía y por la tarde la situación llega a ser tan extrema que se hace necesaria la ventilación mecánica para que se refresque el ambiente.

Las restantes situaciones coinciden, en mayor o menor medida, en la necesidad de recurrir a la radiación solar directa incidiendo sobre superficies acumuladoras de calor, que pueden soltarlo después durante la noche.

A nivel de registros medios mensuales (fig 77) el esquema resultante no difiere mucho del anterior. En otoño (octubre, no-

236

Fig. 76 Carta para edificios de Givoni (Estacional)



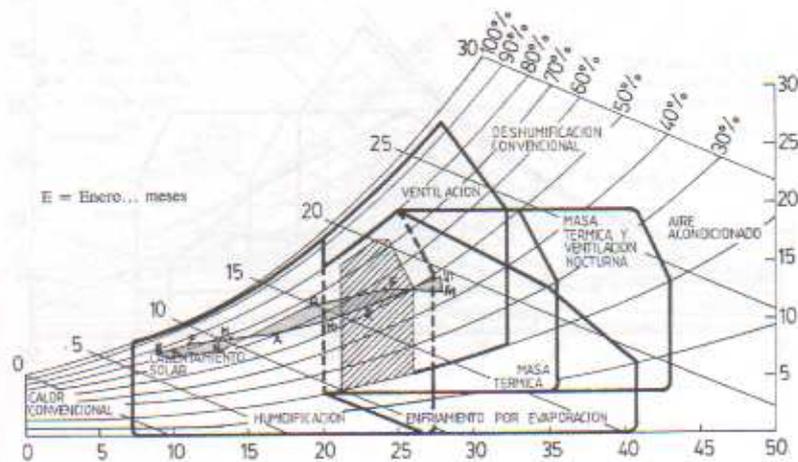
viembre y diciembre), invierno (enero, febrero y marzo), y comienzos de la primavera (abril) las condiciones medias demandan únicamente calentamiento solar para poder alcanzar el confort. La mayor parte de la primavera (junio y mayo, este último en menor medida) y el mes de septiembre permanecen de lleno dentro de la zona confortable. Los meses de julio y agosto delimitan, incluso a nivel de registros medios, un período de disconfort que exige el uso de ventilación para poder ser corregido.

Para finalizar, hemos representado en las figuras 78 a 81 la carta bioclimática para edificios de Givoni aplicada a cuatro zonas distintas del espacio urbano y periurbano de Córdoba: la zona de la sierra, la barriada del Brillante, el centro de la ciudad y la periferia rural sur. Se trata, como se puede deducir, de comprobar las necesidades que se requieren para alcanzar el nivel de confort ambiental a lo largo de un eje de dirección norte-sur, que incluye cuatro espacios relativamente distintos desde el punto de vista microclimático. En síntesis, el resultado es el siguiente.

237

En invierno, para conseguir el confort a primeras horas de la mañana se hace necesario recurrir al calor convencional en la sierra, en la barriada El Brillante y en la periferia rural sur; por el contrario, las exigencias son menores en el centro de la ciudad, donde el calor urbano hace posible que se alcance el confort sólo

Fig. 77 Carta para edificios de Givoni (Mensual)



con el concurso de la radiación solar directa. Al comienzo de la tarde y a medianoche los niveles de exigencia son idénticos en todas las zonas, ya sea demandando radiación solar (tarde) o bien calor convencional (noche).

En primavera y otoño, la radiación solar es el único elemento que se requiere para conseguir el confort bioclimático, cualquiera que sea la zona y el momento del día; la única excepción se registra en la periferia rural sur, donde al comienzo de la mañana se hace imprescindible recurrir al calor convencional.

En la estación estival, las condiciones de pleno confort bioclimático se alcanzan en las primeras horas de la mañana en la periferia rural y, sobre todo, en la sierra, donde también se disfruta de unas condiciones óptimas a medianoche. En el resto de las situaciones se hace necesario combinar la masa térmica del edificio y/o la ventilación; incluso en algunas zonas (Brillante, centro ciudad y periferia rural sur) por la tarde resulta prácticamente imprescindible emplear aire acondicionado.

238

Fig. 78 Carta para edificios de Givoni (Zona Sierra)

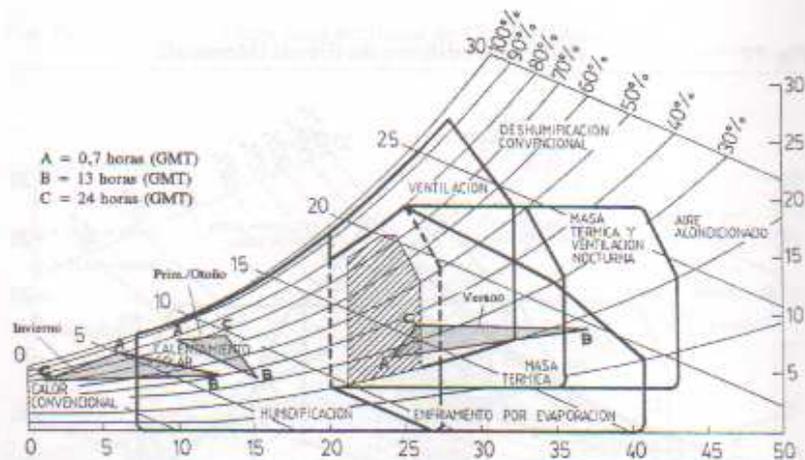


Fig. 79 Carta para edificios de Givoni (Bda. Brillante)

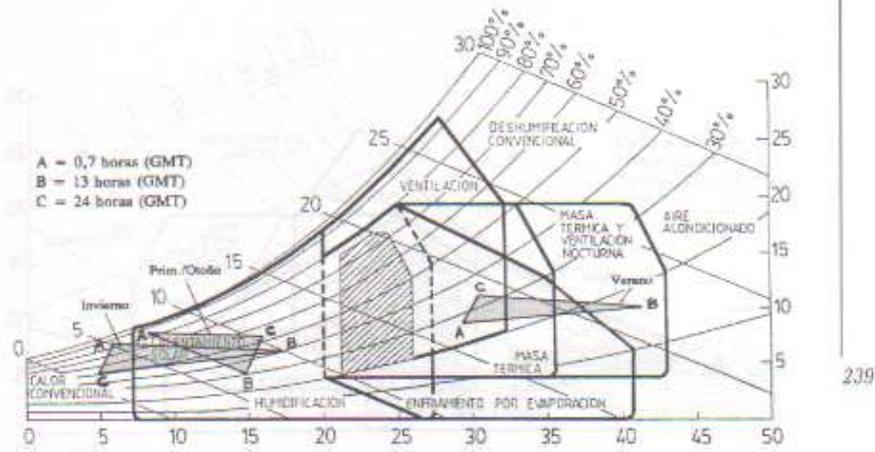


Fig. 80 Carta para edificios de Givoni (Centro ciudad)

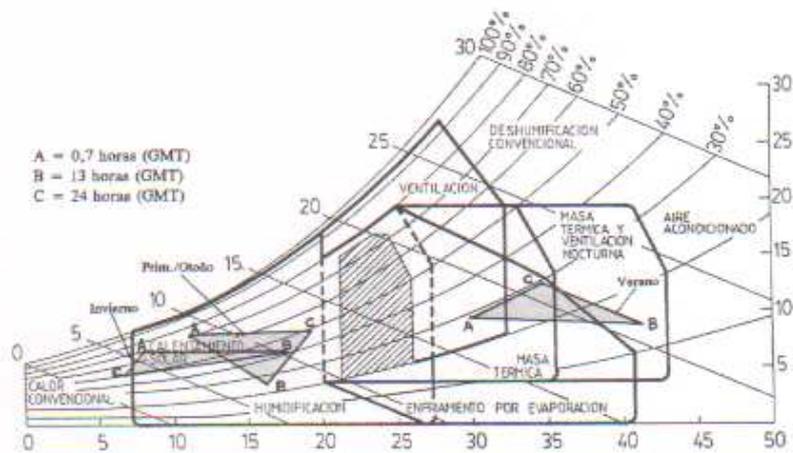
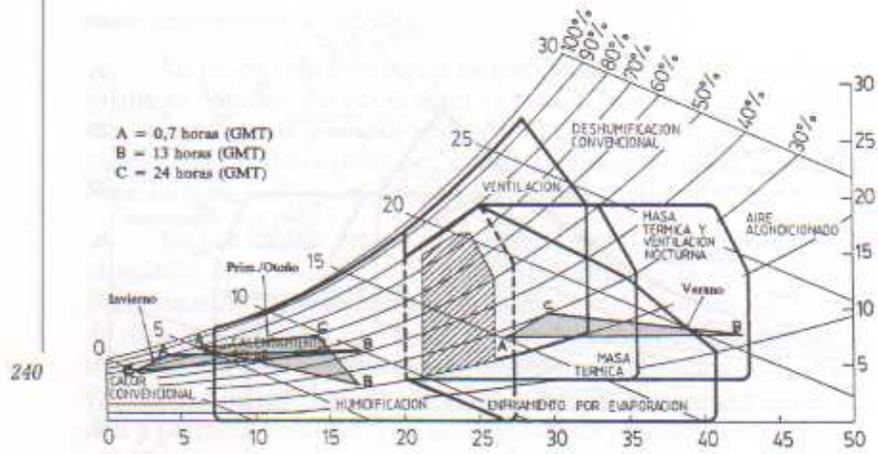


Fig. 81 Carta para edificios de Givoni (Periferia rural sur)



EPÍLOGO

CONSIDERACIONES FINALES SOBRE EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CLIMA DE CÓRDOBA

La importancia de una correcta planificación sobre las condiciones medioambientales y sobre los propios habitantes, creo que resulta evidente después de lo visto. La ciudad provoca importantes alteraciones en los elementos climáticos, de ahí las negativas consecuencias que puede acarrear el escaso conocimiento del complejo de los procesos naturales o una deficiente planificación. Una política acertada en materia de planeamiento urbanístico que tenga en cuenta las condiciones del medio natural, debe ayudar sin duda a corregir ciertos defectos y/o, en todo caso, a evitar errores. Al margen del interés inmediato y diario que puede tener para los habitantes de la ciudad, el tema va más allá del ámbito estrictamente climático, y toca incluso aspectos de la propia economía local. Todos sabemos que en Córdoba las sucesivas huellas árabe, judía y cristiana han ido dejando a lo largo del tiempo un rico legado cultural y arquitectónico que posibilita el desarrollo de una actividad económica tan importante como el turismo. Aun cuando es evidente que gran parte del fenómeno turístico actual está basado en factores de tipo histórico-artístico, también tiene mucho que ver con el bienestar climático; las características beneficiosas del clima de un lugar resultan un elemento muy importante en el apartado del «turismo climático», particularmente en las ciudades del interior de la Península. En la capital cordobesa la actividad turística tiene durante el año varios momentos culminantes que, significativamente, suelen coincidir con las épocas de equinoccio, que es cuando más confortable resulta el clima en la ciudad y cuando más abundan las fiestas locales: es curiosa esta correspondencia entre festejos lúdicos y confort climático. Por contra, existe un amplio período, que tiene su momento más álgido en los meses centrales del verano –julio y agosto– pero que se prolonga

incluso hasta los meses de junio y septiembre, durante el cual decae ostensiblemente la actividad turística. No descubro nada si afirmo que este descenso está directamente relacionado con los rigores del clima, y es que el nivel de apreciación estética de un monumento arquitectónico, de una plazuela recoleta, etc. se encuentra íntimamente relacionado con el grado de confort ambiental; cualquier individuo que no se encuentre cómodo en este sentido, difícilmente podrá tener interés en pararse y apreciar la calidad artística de un monumento o incluso de una ciudad en su conjunto. En las líneas que siguen a continuación, y teniendo como referencia todo lo visto en los capítulos precedentes, intentaremos destacar algunos aspectos relacionados con el planeamiento urbano de la ciudad.

244

En el terreno de la planificación urbana, un primer problema importante surge en relación con la configuración de la ciudad, esto es, en las características que debe reunir en lo concerniente al espaciado y orientación de las calles, distribución de zonas ajardinadas y espacios abiertos, y al dimensionado, en particular la altura de los edificios. Desde este punto de vista, la primera cuestión en la que conviene hacer hincapié es que en Córdoba cualquier actuación que se lleve a cabo en materia urbanística debería tener en cuenta fundamentalmente las rigurosas condiciones climáticas que hay que soportar durante la larga y cálida estación veraniega; los aproximadamente cinco meses que dura el verano son los que verdaderamente exigen medidas planificadoras, durante el resto del año las condiciones climáticas pueden considerarse suficientemente confortables. Sobre esta base de partida, conviene subrayar además que cualquier actuación ha de tener en cuenta necesariamente las tres escalas de análisis en las que nos hemos estado moviendo: regional, local y microclimática. Los tres ámbitos se influyen mutuamente, de manera que resulta casi imposible separarlos.

A escala de clima regional es sin duda más difícil intervenir, sin embargo en este caso la respuesta puede dirigirse a procurar que la influencia de los elementos climáticos –fundamentalmente el viento– sea lo menos desagradable posible. En muchas ciudades, este problema ha sido resuelto más o menos parcialmente mediante un adecuado sistema de espacios verdes periurbanos, tanto si se trata de evitar el efecto directo de los vientos fríos (San Petesburgo, Magnitogorsk), como si se trata de dulcificar las altas temperaturas como sería el caso concreto de Córdoba. La cuestión, por lo tanto, es saber en qué lugar deberían priorizarse las zonas

verdes periurbanas. A mi modo de ver, y teniendo en cuenta que el río Guadalquivir constituye un corredor natural que vehicula el viento en sentido oeste-este, la ubicación de las zonas verdes debería buscar, por un lado, suavizar los vientos de componente norte antes de que penetren en la ciudad, de manera especial las brisas catabáticas de la sierra, y por otro lado los vientos de componente sur. La creación de zonas verdes densamente pobladas, especialmente de coníferas y frondosas aunque éstas sean de hoja caduca, en la periferia norte de la ciudad es absolutamente necesaria; en este sentido, la reciente liberación de los terrenos de Renfe, que hasta hace poco tiempo habían condicionado el crecimiento hacia el norte de la ciudad, brinda una oportunidad excelente para ello. Pero no menos indispensable resulta la creación de zonas verdes en la periferia sur, sobre todo teniendo en cuenta que en esta parte de la ciudad es más fácil que se perciba el viento procedente de la inmediata campiña (brisa del campo) que el aire fresco procedente de la brisa de la sierra. Creo incluso que, comparativamente, estos parques periurbanos pueden llegar a tener tanta o más influencia sobre el microclima que las zonas ajardinadas ubicadas en el interior de la ciudad, cuyo tamaño, por otro lado, tenderá a ser siempre más reducido a causa de la escasez de suelo urbanizable; de hecho, este inconveniente, amén de otros como densidad y tipo de vegetación, características del pavimento, etc., explica en buena medida la escasa, por no decir nula, relevancia microclimática que presentan hoy día la mayor parte de las zonas ajardinadas de Córdoba.

245

Tan importante como la actuación a escala regional es la planificación a escala urbana. A este respecto, los datos parecen demostrar una cuestión que, en principio, puede parecer sorprendente: en Córdoba las grandes avenidas, amplias y abiertas, no constituyen el procedimiento urbanístico más adecuado si se tienen en cuenta las condiciones climáticas, a no ser que se contemple la presencia de algún elemento que contrarreste, especialmente en verano, la escasa confortabilidad microclimática que se registra a lo largo del trayecto por una de estas grandes avenidas. Desde mi punto de vista, a escala urbana la intervención planificadora debe hacer hincapié en tres aspectos que se encuentran íntimamente relacionados: en primer lugar, la búsqueda de sombra protectora en los espacios abiertos; en segundo lugar, un tipo de pavimento que no refuerce el grado de discomfort del clima; y finalmente, una acertada distribución de las zonas verdes en el interior del núcleo de población.

Los efectos que produce el elemento sombra a escala de microclima, hemos tenido ocasión de apreciarlos cuando registramos diferencias de temperatura muy notables en varios puntos de la ciudad (Tendillas, plaza de la Compañía, calle Pedro Muñoz, Osio, etc.) relativamente próximos pero con un diseño urbanístico parcialmente diferente. También hemos tenido ocasión de comprobar las fuertes diferencias termométricas que se registran sobre un mismo tipo de pavimento expuesto al sol o a la sombra. La conclusión, por lo tanto, parece obvia: la búsqueda del elemento sombra resulta absolutamente fundamental. En la cultura árabe la sombra y el frescor que ella produce se consiguen a partir de la propia morfología urbana, con calles estrechas que disminuyen la entrada de los rayos solares y posibilitan la circulación del aire suavizándolo. Sin embargo, en la sociedad postindustrial en la que vivimos pretender defender una vuelta al urbanismo tradicional, evidentemente más acorde con las condiciones del medio natural, es sencillamente una utopía: el uso del automóvil lo haría inviable. La solución, no obstante, pasa por una actuación en la que se contemple una acertada orientación de las vías públicas, preferentemente en sentido norte-sur con lo cual se consigue sombrear un lado u otro de la calle dependiendo de la hora del día; esta solución puede combinarse, y en todo caso reforzarse aún más, con otro procedimiento que considero importante aunque relativamente factible: la anchura de las calles debería guardar una proporción con la altura de los edificios, o si se prefiere, la altura de los edificios debería de ser proporcional a la anchura de las calles, con lo cual también se consigue el mismo efecto anterior.

El efecto sombra es fundamental en ciudades de clima cálido como Córdoba. Desde el punto de vista del planeamiento debería de ser, en mi opinión, el primer elemento a priorizar, puesto que sobre él descansan y/o se refuerzan todos los demás. Efectivamente, tanto el agua como las masas verdes del interior de la ciudad, dos elementos que contribuyen directamente a la confortabilidad ambiental, únicamente traducen una cierta funcionalidad microclimática cuando se encuentran en lugares sombreados. Como hemos tenido ocasión de comprobar, una zona ajardinada solamente es capaz de generar un microclima más fresco que el espacio exterior circundante cuando existe sombra suficiente, de lo contrario apenas se registran diferencias significativas. El agua, por su parte, en las mismas condiciones también contribuye a reforzar el grado de confort ambiental, por el contrario al sol produce una sensación cercana al bochorno, sobre todo en verano. Por consiguiente, la combinación de sombra, vegetación y humedad, amén

de un tratamiento del pavimento que favorezca el empleo de materiales de baja emisividad, especialmente en el interior de las zonas ajardinadas, debe contribuir sin duda alguna a la creación de pequeñas microislas de frescor, que intervienen reforzando los gradientes térmicos horizontales en el interior del núcleo urbano y, como resultado de ello, activando la circulación del aire.

Dentro del ámbito urbano, considero oportuno llamar la atención sobre algunos aspectos de detalle que, aunque aparentemente pueden considerarse anecdóticos, pienso que contribuyen a mejorar la calidad ambiental de los habitantes de la ciudad, especialmente durante el largo y tórrido verano. Me estoy refiriendo, concretamente, al empleo generalizado de mobiliario metálico y/o de materiales plásticos sintéticos transparentes para resguardar a los viajeros en las paradas de los autobuses, a todas luces inadecuados por cuanto que producen a pequeña escala un efecto invernalero difícilmente soportable en los meses de verano.

247

En lo que se refiere al tema del hábitat, conviene destacar asimismo una serie de aspectos que se deducen de las diversas situaciones microclimáticas que hemos tenido ocasión de estudiar. En primer lugar, el tipo de vivienda más confortable lo constituye sin duda alguna la casa unifamiliar con dos plantas y patio interior; recuperar este tipo de vivienda sería lo deseable, en cualquier caso es necesario reivindicarla. Por lo que respecta a la orientación de las viviendas, especialmente las de carácter colectivo, el noreste es la orientación que más conviene para la fachada principal, un piso dispuesto de esta forma necesita menos gasto energético para su acondicionamiento. La orientación hacia el sur o hacia el este exige más adaptaciones de tipo arquitectónico, recuérdese que en verano el viento del este es bastante caluroso, mientras que en invierno suele ser seco y frío. En el caso de la orientación oeste hay que tener en cuenta sobre todo el factor viento, cuya frecuencia e intensidad son las más elevadas en la capital. De igual modo, debemos tener presente las numerosas repercusiones urbanas del fenómeno conocido como «isla de calor», en especial en el diseño del volumen de las edificaciones o en las necesidades de calefacción-refrigeración, para las cuales debería conocerse la temperatura en los diversos espacios de la ciudad y no aplicar la misma temperatura para todos.

Por otro lado, dado el grado de discomfort microclimático que traducen los pisos de la planta superior de un edificio de viviendas colectivas, en comparación con los situados en las plantas intermedias y baja, aquéllos deberían ser objeto de un trata-

miento arquitectónico especial: techos más altos, masa térmica.

En fin, considerando que las distintas dependencias interiores de los pisos no se calientan por igual, quizás fuese oportuno tenerlo en cuenta a la hora de situar las habitaciones destinadas al necesario descanso reparador.

Cuando aprieta el calor en la ciudad, aspectos puntuales como estos tienen realmente su importancia, pero sólo entonces los echamos de menos.

APÉNDICES

EL CLIMA REGIONAL

Apéndice 1.1

RÉGIMEN TÉRMICO INTERANUAL (1951-1991)

AÑO	TEMPERATURA MÍNIMA	TEMPERATURA MEDIA	TEMPERATURA MÁXIMA
1951	11.9	18.2	24.8
	11.2	17.7	24.7
1952	13.1	18.9	24.7
	10.6	18.8	24.7
	13.5	17.6	24.3
	11.8	18.4	25
	10.9	17.5	24.1
1959	10.7	17.4	24.1
	10.7	18.2	25.7
	10.3	17.5	24.7
	10.4	17.8	24.2
1962	10.4	17.8	24.2
	10.1	17.8	24.2
	10.2	17	23.4
1970	8.9	17.4	24.9
	9.7	18.5	24.7
	10	18.4	25.8
	9.4	18.8	24.3
	9.5	18.9	24.7
1975	9.3	17	24.1
	10.1	18.9	25.7
	10.9	17.5	24.1
	10.4	17.8	24.3
	10.8	17.4	24.1
1980	10.2	17.8	24.8
	10.5	18	25.5
	10.8	17.6	24.8
	10.7	17.8	24.4
	10.2	18.9	27.9
1985	11	18	25
	10.6	17.4	24.1
	11.2	18	24.3
	11.1	17.8	24.8
	12.1	18.8	25.9
1990	11.4	18.3	25.7
	10.5	17.8	24.1
	9.7	17.2	24.5
	10	17.1	24.2
1994	10.8	18.4	25.9

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 1.1

RÉGIMEN TÉRMICO INTERANUAL (1953-1994)

AÑO	TEMPERATURA MÍNIMA	TEMPERATURA MEDIA	TEMPERATURA MÁXIMA
1953	11,9	18,2	24,6
	11,2	17,7	24,3
1955	13,1	18,9	24,7
	10,6	16,8	23
	11,1	17,6	24,1
	11,8	18,4	25
	10,9	17,5	24,1
	10,7	17,4	24,1
1960	10,7	18,2	25,7
	10,3	17,5	24,7
	10,8	17,4	24
	10,4	17,8	25,2
1965	10,4	17,8	25,3
	10,3	17,7	25,1
	9,7	17,2	24,8
	10,1	17,5	24,9
	10,5	17	23,5
	9,9	17,4	24,9
1970	9,7	16,5	23,3
	10	16,4	22,8
	9,4	16,8	24,3
	9,6	16,9	24,3
1975	9,8	17	24,1
	10,1	16,9	23,8
	10,9	17,5	24,1
	10,4	17,3	24,2
	10,8	17,4	24,1
	10,2	17,6	24,8
1980	10,5	18	25,5
	10,8	17,6	24,4
	10,7	17,8	24,9
	10,2	16,9	23,5
1985	11	18	25
	10,6	17,4	24,1
	11,5	18	24,5
	11,1	17,8	24,6
	12,1	18,8	25,5
	11,4	18,3	25,2
1990	10,5	17,5	24,5
	9,7	17,2	24,6
	10	17,1	24,3
	10,8	18,4	25,9

253

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 1.2

**EVOLUCIÓN DIARIA DE LA TEMPERATURA MEDIA
EN CÓRDOBA**

(1953-1987)

Días	ENE	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
1	8,2	9,9	12,0	14,0	16,7	21,3	25,5	27,3	24,9	20,9	15,2	10,2
2	8,5	9,9	11,6	14,2	17,1	21,2	25,5	27,1	25,1	20,6	15,2	10,7
3	9,1	10,1	12,2	14,6	17,7	20,8	25,6	27,0	24,6	20,5	14,8	10,7
4	9,0	10,0	12,3	14,3	17,4	21,1	25,7	26,9	24,3	20,1	15,1	10,7
5	9,0	10,0	12,1	14,0	17,5	21,1	25,6	27,0	24,5	20,3	14,7	10,3
6	8,9	10,2	12,1	14,0	17,9	20,9	25,9	26,9	24,3	19,9	14,2	10,4
7	8,3	10,1	12,0	14,2	18,5	21,1	26,3	26,6	24,8	20,3	13,8	10,3
8	8,8	10,3	11,7	14,2	18,4	21,8	26,6	26,7	25,0	20,3	14,5	10,0
9	9,2	10,1	11,5	14,5	19,3	21,6	26,6	26,7	25,1	20,1	14,0	9,9
10	9,2	10,1	11,6	14,2	19,6	21,7	27,1	26,7	25,1	19,5	13,5	9,8
11	9,5	10,2	12,4	14,7	19,8	22,3	26,6	27,0	24,9	19,0	13,3	10,0
12	9,2	9,9	12,1	14,4	20,0	22,4	26,7	26,9	24,7	18,7	13,7	9,9
13	9,1	9,9	12,6	15,0	20,0	22,6	26,8	27,2	24,4	18,6	13,2	9,9
14	9,4	10,0	12,4	15,3	20,0	22,6	26,6	27,0	23,8	18,4	13,0	9,6
15	9,6	10,0	12,8	16,0	20,0	22,7	26,3	27,2	23,1	18,5	12,9	9,6
16	9,3	9,9	12,9	16,2	20,1	23,3	26,9	27,2	22,8	18,4	12,7	9,9
17	9,8	10,1	13,4	15,9	20,1	23,3	27,0	26,7	22,6	18,7	12,2	9,4
18	9,8	10,0	13,1	15,9	20,2	23,4	26,8	26,9	23,0	18,5	11,9	9,7
19	10,0	10,0	13,3	15,7	20,2	23,9	27,3	26,7	23,1	18,1	12,3	9,1
20	10,0	10,3	13,6	16,1	20,1	24,2	27,5	26,7	22,8	17,8	11,8	9,1
21	10,0	10,5	13,7	15,8	20,1	24,9	27,5	26,2	23,0	17,4	11,9	9,0
22	9,9	11,1	13,6	16,2	20,1	24,8	27,1	26,1	22,9	17,6	12,0	8,5
23	9,3	11,7	13,8	16,9	20,3	24,7	27,2	26,3	23,1	16,8	11,9	8,7
24	9,6	11,3	13,7	16,7	20,1	25,2	27,8	26,7	22,6	16,8	11,5	8,8
25	10,1	11,3	13,1	17,3	20,4	24,8	28,0	26,5	22,5	16,8	12,0	8,9
26	10,0	11,9	14,0	16,9	20,3	25,1	27,9	25,8	22,3	16,2	11,9	8,9
27	9,8	11,9	14,5	16,6	20,3	25,4	27,8	25,8	22,0	16,4	10,8	9,2
28	9,7	11,8	14,8	16,3	20,6	25,7	27,7	25,6	21,9	16,4	11,2	9,0
29	9,9		14,0	16,5	20,8	25,5	27,5	26,1	21,8	15,9	10,9	9,0
30	9,6		13,4	16,7	20,9	25,4	27,3	26,1	21,2	15,4	10,8	9,1
31	9,8		13,9		21,2		27,2	25,3		15,6		9,1

Apéndice 1.3

**OSCILACIÓN MEDIA DIARIA DE LA TEMPERATURA
(1958-1988)**

Días	ENE	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
1	10,2	11,0	12,6	13,6	14,0	15,1	17,7	18,5	18,3	13,8	12,5	10,0
2	9,6	11,4	13,0	12,0	14,5	15,6	17,5	17,0	15,7	14,2	12,0	10,7
3	10,1	10,2	12,7	13,0	14,5	14,6	18,0	18,1	15,7	13,6	11,6	11,0
4	10,2	10,7	12,6	12,7	14,9	14,0	17,5	17,5	16,0	13,9	12,2	11,7
5	10,7	11,3	13,0	12,1	14,2	15,4	17,7	18,0	16,0	14,4	11,4	11,4
6	10,8	10,1	12,7	14,7	14,4	14,4	18,4	17,9	17,2	13,7	12,1	11,3
7	10,6	11,2	11,6	13,9	15,9	15,1	18,8	18,1	17,7	15,3	11,1	10,3
8	10,1	10,6	10,7	12,7	16,0	15,1	18,1	18,6	17,4	14,5	11,1	9,8
9	9,6	9,3	12,3	11,7	15,2	14,4	18,0	19,2	16,7	13,4	10,5	10,0
10	9,5	10,0	11,9	12,7	15,7	16,0	18,8	18,7	15,7	11,0	10,6	9,9
11	9,2	10,3	11,9	14,2	16,2	16,3	18,7	18,5	16,7	12,4	10,7	10,0
12	10,1	10,7	11,0	13,0	16,0	16,1	19,0	18,4	16,6	12,5	11,3	10,5
13	9,4	10,0	12,2	13,5	16,1	15,5	18,0	18,4	16,8	12,1	11,5	10,1
14	9,0	9,8	11,5	14,1	16,1	16,0	17,0	17,7	14,9	11,7	11,7	10,0
15	9,9	9,8	13,3	14,1	16,1	16,2	18,2	18,9	14,7	11,9	12,1	10,6
16	9,9	10,2	14,3	13,9	15,0	16,4	18,9	18,6	15,4	12,9	11,7	9,9
17	9,5	11,0	13,2	13,5	14,5	16,2	18,9	19,3	15,4	12,8	10,7	9,6
18	9,2	11,0	12,7	13,8	13,9	15,8	19,0	18,2	15,1	13,1	11,5	10,8
19	8,8	10,5	11,8	14,6	14,8	17,5	18,8	18,4	15,5	12,0	11,8	10,4
20	9,5	11,6	11,4	14,7	15,4	17,5	19,0	18,4	15,9	13,1	11,0	9,1
21	9,6	12,0	11,9	14,5	16,6	17,9	19,2	18,3	16,1	13,2	11,4	11,1
22	11,3	11,8	11,9	14,0	15,7	16,7	18,8	18,4	16,1	13,3	11,5	10,5
23	10,7	12,5	12,5	13,0	15,2	17,1	18,7	18,4	15,6	13,6	11,8	9,9
24	10,1	12,3	12,4	14,7	15,4	16,9	18,8	18,3	15,0	12,5	11,0	9,3
25	10,6	11,2	12,5	14,6	16,4	16,6	18,2	18,4	15,5	12,0	11,0	9,0
26	11,3	10,7	11,7	13,5	15,5	16,8	18,7	18,0	15,1	12,6	11,8	9,9
27	10,8	11,6	13,5	12,6	14,8	17,5	19,1	16,6	14,1	13,0	11,1	9,7
28	10,6	12,0	12,6	11,5	15,4	17,1	19,0	16,6	14,9	12,6	11,2	9,5
29	11,2		12,0	13,6	15,5	17,2	18,0	17,1	14,1	13,0	10,0	9,0
30	10,0		13,6	13,6	14,8	17,6	18,2	17,4	13,1	12,3	9,9	9,6
31	10,0		12,4		15,0		17,9	16,2		12,9		10,6

Apéndice 1.4

DURACIÓN DEL DÍA TEÓRICO
(EN HORAS Y DÉCIMAS DE HORA)

256

Días	ENE	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
1	9,5	10,3	11,4	12,6	13,8	14,6	14,8	14,1	13,0	11,8	10,6	9,7
2	9,6	10,4	11,4	12,6	13,8	14,7	14,8	14,1	13,0	11,8	10,5	9,7
3	9,6	10,4	11,5	12,6	13,8	14,7	14,8	14,0	13,0	11,7	10,5	9,7
4	9,6	10,4	11,5	12,7	13,8	14,7	14,8	14,0	13,0	11,7	10,5	9,7
5	9,6	10,5	11,5	12,7	13,9	14,7	14,8	14,0	12,9	11,6	10,4	9,6
6	9,6	10,5	11,5	12,8	13,9	14,7	14,8	13,9	12,9	11,6	10,4	9,6
7	9,6	10,5	11,6	12,8	13,9	14,7	14,7	13,9	12,8	11,5	10,4	9,6
8	9,6	10,6	11,6	12,9	14,0	14,8	14,7	13,9	12,8	11,5	10,4	9,6
9	9,7	10,6	11,6	12,9	14,0	14,8	14,7	13,9	12,8	11,5	10,4	9,6
10	9,7	10,7	11,7	12,9	14,0	14,8	14,7	13,9	12,7	11,5	10,3	9,6
11	9,7	10,7	11,7	13,0	14,1	14,8	14,7	13,8	12,7	11,4	10,3	9,5
12	9,7	10,7	11,8	13,0	14,1	14,8	14,6	13,8	12,6	11,4	10,3	9,5
13	9,7	10,7	11,8	13,1	14,1	14,8	14,6	13,8	12,6	11,4	10,2	9,5
14	9,8	10,8	11,8	13,1	14,2	14,8	14,6	13,7	12,5	11,3	10,2	9,5
15	9,8	10,8	11,9	13,2	14,2	14,8	14,6	13,7	12,5	11,3	10,2	9,5
16	9,8	10,8	11,9	13,2	14,3	14,9	14,6	13,7	12,5	11,2	10,1	9,5
17	9,8	10,9	12,0	13,2	14,3	14,9	14,5	13,6	12,4	11,2	10,1	9,5
18	9,9	10,9	12,0	13,3	14,3	14,9	14,5	13,6	12,4	11,2	10,1	9,5
19	9,9	10,9	12,1	13,3	14,3	14,9	14,5	13,5	12,3	11,1	10,0	9,5
20	9,9	11,0	12,1	13,4	14,4	14,9	14,5	13,5	12,3	11,1	10,0	9,5
21	10,0	11,0	12,2	13,4	14,4	14,9	14,5	13,5	12,3	11,0	10,0	9,5
22	10,0	11,1	12,2	13,5	14,4	14,9	14,4	13,4	12,2	11,0	9,9	9,5
23	10,0	11,1	12,3	13,5	14,4	14,9	14,4	13,4	12,2	10,9	9,9	9,5
24	10,1	11,2	12,3	13,5	14,5	14,9	14,4	13,4	12,1	10,9	9,9	9,5
25	10,1	11,2	12,3	13,6	14,5	14,9	14,3	13,3	12,1	10,8	9,9	9,5
26	10,1	11,2	12,4	13,6	14,5	14,9	14,3	13,3	12,0	10,8	9,8	9,5
27	10,2	11,3	12,4	13,7	14,5	14,9	14,3	13,2	12,0	10,8	9,8	9,5
28	10,2	11,3	12,5	13,7	14,6	14,8	14,2	13,2	11,9	10,7	9,8	9,5
29	10,2		12,5	13,7	14,6	14,8	14,2	13,1	11,9	10,7	9,7	9,5
30	10,3		12,6	13,8	14,6	14,8	14,2	13,1	11,8	10,7	9,7	9,5
31	10,3		12,6		14,6		14,1	13,0		10,6		9,5

Medias mensuales

	ENE	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
	9,9	10,8	12,0	13,2	14,2	14,8	14,5	13,6	12,5	11,2	10,1	9,5

Apéndice 1.5

PRESIÓN MEDIA MENSUAL

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
mm.	757,4	755,9	755,3	753,6	753,8	754,1	753,8	753,3	754,6	755,1	756,3	756,8	755,0
mb.	1009,9	1007,9	1007,1	1004,8	1005,1	1005,5	1005,1	1004,4	1006,1	1006,8	1008,4	1009,1	1006,7

Apéndice 1.6

PRESIÓN MEDIA MENSUAL DE MÁXIMAS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
mm.	759,1	758,1	757,3	755,2	755,2	755,3	755,1	754,9	756,9	756,7	758,0	758,9	756,7
mb.	1012,1	1010,8	1009,7	1006,9	1006,9	1007,1	1006,8	1006,5	1008,1	1008,9	1010,7	1011,9	1008,9

Apéndice 1.7

PRESIÓN MEDIA MENSUAL DE MÍNIMAS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
mm.	755,4	754,2	753,8	752,1	752,3	752,6	752,2	751,7	753,3	753,9	754,9	755,1	752,5
mb.	1007,2	1005,6	1005,1	1002,8	1003,1	1003,5	1002,9	1002,3	1004,4	1005,2	1006,5	1006,8	1004,7

Apéndice 1.8

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. ENERO.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	0
BORRASCA MODERADA	0	0	0
VIENTO FUERTE	0	1	2
VIENTO FRESCO	0	0	0
VIENTO TENDIDO	8	5	10
VIENTO MODERADO	13	21	25
BRISA FUERTE	43	47	32
BRISA LIGERA	35	25	31
AIRE LIGERO	0	0	0

258

Apéndice 1.9

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. FEBRERO.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	1	0
BORRASCA MODERADA	0	2	1
VIENTO FUERTE	3	5	5
VIENTO FRESCO	3	1	1
VIENTO TENDIDO	8	12	15
VIENTO MODERADO	14	23	20
BRISA FUERTE	39	33	33
BRISA LIGERA	33	23	24
AIRE LIGERO	0	0	0

Apéndice 1.10

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. MARZO.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	0
BORRASCA MODERADA	0	0	0
VIENTO FUERTE	2	1	1
VIENTO FRESCO	0	1	3
VIENTO TENDIDO	5	8	13
VIENTO MODERADO	20	19	19
BRISA FUERTE	33	41	48
BRISA LIGERA	40	30	16
AIRE LIGERO	0	0	0

Apéndice 1.11

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. ABRIL.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	1	0
BORRASCA MODERADA	0	0	0
VIENTO FUERTE	0	1	1
VIENTO FRESCO	0	1	1
VIENTO TENDIDO	5	5	11
VIENTO MODERADO	7	26	38
BRISA FUERTE	53	32	33
BRISA LIGERA	34	34	16
AIRE LIGERO	0	0	0

259

Apéndice 1.12

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. MAYO.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	0
BORRASCA MODERADA	0	0	0
VIENTO FUERTE	0	0,7	0,6
VIENTO FRESCO	0	0	1
VIENTO TENDIDO	4	9	17
VIENTO MODERADO	12	26	37
BRISA FUERTE	51	36	32
BRISA LIGERA	33	28	12
AIRE LIGERO	0	0	0

Apéndice 1.13

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. JUNIO.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	0
BORRASCA MODERADA	0	0	0
VIENTO FUERTE	0	0	2
VIENTO FRESCO	0	0	1
VIENTO TENDIDO	0	5	13
VIENTO MODERADO	4	22	39
BRISA FUERTE	38	39	31
BRISA LIGERA	54	33	13
AIRE LIGERO	3	0	0

Apéndice 1.14

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. JULIO.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	0
BORRASCA MODERADA	0	0	0
VIENTO FUERTE	0	0	0.6
VIENTO FRESCO	0	0	0
VIENTO TENDIDO	0	0.8	10
VIENTO MODERADO	9	12	33
BRISA FUERTE	30	45	41
BRISA LIGERA	61	42	14
AIRE LIGERO	0	0	0

260

Apéndice 1.15

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. AGOSTO.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	0
BORRASCA MODERADA	0	0	0
VIENTO FUERTE	0	0	1
VIENTO FRESCO	0	0	0
VIENTO TENDIDO	0	3	7
VIENTO MODERADO	5	19	35
BRISA FUERTE	40	39	42
BRISA LIGERA	55	39	14
AIRE LIGERO	0	0	0

Apéndice 1.16

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. SEPTIEMBRE.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	0
BORRASCA MODERADA	0	0	0
VIENTO FUERTE	0	0.8	0
VIENTO FRESCO	0	0	0.7
VIENTO TENDIDO	0	3	1
VIENTO MODERADO	0	12	28
BRISA FUERTE	44	40	47
BRISA LIGERA	56	43	23
AIRE LIGERO	0	0	0

Apéndice 1.17

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. OCTUBRE.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	0
BORRASCA MODERADA	0	0	0
VIENTO FUERTE	0	0,8	1
VIENTO FRESCO	2	2	0,7
VIENTO TENDIDO	0	4	9
VIENTO MODERADO	12	25	19
BRISA FUERTE	44	34	39
BRISA LIGERA	41	33	31
AIRE LIGERO	0	0	0

Apéndice 1.18

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. NOVIEMBRE.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	0
BORRASCA MODERADA	0	0	1
VIENTO FUERTE	0	0	1
VIENTO FRESCO	0	1	0
VIENTO TENDIDO	0	3	5
VIENTO MODERADO	26	17	17
BRISA FUERTE	26	46	30
BRISA LIGERA	48	32	45
AIRE LIGERO	0	0	0

Apéndice 1.19

**FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
SOBRE EL TOTAL DE VIENTOS. DICIEMBRE.**

	0,6 HORAS	12 HORAS	18 HORAS
TEMPESTAD	0	0	0
BORRASCA FUERTE	0	0	1
BORRASCA MODERADA	0	0,7	0
VIENTO FUERTE	2	4	1
VIENTO FRESCO	6	1	3
VIENTO TENDIDO	8	5	12
VIENTO MODERADO	11	18	12
BRISA FUERTE	34	47	29
BRISA LIGERA	39	23	42
AIRE LIGERO	0	0	0

Apéndice 1.20

**EVOLUCIÓN DEL RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO INTERANUAL
EN CÓRDOBA (1902-1994)**

AÑO	LLUVIA ANUAL (mm)	AÑO	LLUVIA ANUAL (mm)
1902	994,4	1949	356,7
1903	608	1950	462
1904	795,2	1951	721,7
1905	630	1952	640,3
1906	629	1953	270,6
1907	553,8	1954	254,7
1908	415	1955	825,3
1909	762	1956	545,3
1910	882	1957	630,8
1911	766	1958	651,6
1912	562	1959	555,9
1913	580,1	1960	1201
1914	633,5	1961	798,1
1915	542,2	1962	1170,2
1916	741	1963	1297,2
1917	444,8	1964	608
1918	466,2	1965	567,3
1919	700	1966	501,7
1920	563,4	1967	472,8
1921	397,7	1968	574,5
1922	615,8	1969	1041,3
1923	549,3	1970	534,4
1924	807,7	1971	522,1
1925	666,9	1972	484,3
1926	888,6	1973	340,3
1927	776,2	1974	389,9
1928	762,7	1975	471,1
1929	570	1976	725,6
1930	690,5	1977	571,1
1931	618,3	1978	473,2
1932	983,8	1979	633,8
1933	604,9	1980	396,7
1934	605,7	1981	309,3
1935	589,4	1982	448,8
1936	1042,3	1983	469,8
1937	1186,4	1984	581,2
1938	415,4	1985	545,4
1939	879,2	1986	420,9
1940	664,9	1987	819,6
1941	1018,3	1988	470,5
1942	802,7	1989	729,3
1943	617,8	1990	449
1944	434,4	1991	632,2
1945	308,4	1992	549,2
1946	566,1	1993	418,3
1947	993,9	1994	340,1
1948	613,8		

Apéndice 1.21

**MARCHA DE LA EVAPORACIÓN MEDIA DIARIA
(1950-1983) (en mm.)**

DÍAS	ENE	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
1	2,1	2,7	3,0	4,7	5,6	8,0	7,9	9,8	6,9	4,2	2,3	1,9
2	2,1	2,4	3,3	4,3	5,2	7,4	8,7	9,4	7,7	5,4	3,2	2,3
3	2,0	2,6	3,2	4,1	5,3	7,7	8,3	10,0	7,9	4,7	3,1	2,4
4	1,8	2,4	3,6	4,0	5,2	6,6	8,5	9,4	7,3	5,1	3,2	2,4
5	2,1	2,3	3,4	4,5	6,1	7,3	9,1	10,3	7,9	4,9	3,4	2,3
6	1,6	2,3	3,3	4,1	5,7	7,3	9,0	9,8	7,2	5,5	3,3	2,0
7	1,9	2,2	3,9	3,9	6,2	7,2	9,4	10,3	7,1	5,0	2,9	2,0
8	1,8	2,6	3,0	3,9	6,5	7,2	9,8	9,9	7,6	5,4	3,2	1,6
9	1,7	2,4	3,0	4,1	6,6	7,4	9,3	9,0	7,8	4,8	2,4	1,8
10	1,7	2,2	3,2	4,4	6,3	7,7	9,8	9,6	7,4	5,0	2,4	1,9
11	1,6	2,6	3,4	4,3	6,3	7,9	10,4	9,6	7,5	4,0	2,2	1,9
12	1,9	2,8	3,3	4,3	6,3	8,2	10,1	10,0	7,7	4,0	2,5	1,7
13	1,8	2,6	3,2	4,8	7,0	7,3	10,0	9,7	7,6	4,2	2,7	1,8
14	1,5	2,2	3,7	4,4	5,9	7,7	9,7	9,6	6,9	3,9	2,5	2,5
15	1,8	2,5	3,7	4,4	6,4	7,6	9,9	9,5	6,6	3,9	2,5	2,2
16	1,8	2,8	3,8	5,0	7,1	7,5	9,9	10,0	6,9	3,8	2,7	2,0
17	1,9	2,5	4,0	5,0	6,9	7,8	9,8	9,7	6,2	4,0	2,7	1,9
18	2,2	2,1	3,4	5,2	6,7	7,6	9,7	9,7	6,3	4,2	2,5	1,8
19	2,1	2,6	3,5	5,0	6,1	7,1	9,4	9,8	6,3	4,8	2,5	2,0
20	1,6	3,0	3,4	4,9	6,1	8,0	9,6	9,4	6,2	4,0	2,4	1,9
21	1,8	2,6	3,9	5,6	6,4	8,7	9,6	9,1	6,1	4,3	2,1	1,8
22	2,0	2,9	4,0	5,0	6,7	9,4	9,5	9,0	6,4	4,0	2,3	1,8
23	2,2	3,1	3,9	5,2	6,7	9,5	10,1	8,5	6,6	4,0	2,4	1,8
24	1,9	2,9	3,7	5,1	6,4	8,8	9,8	8,8	6,8	4,0	2,2	1,8
25	1,8	3,2	3,5	5,2	6,6	9,1	9,6	8,5	6,2	3,8	2,0	1,6
26	2,0	2,9	3,5	5,0	7,4	8,2	9,7	8,5	6,3	3,9	2,2	1,6
27	2,0	3,3	3,5	5,0	6,9	8,5	9,9	8,7	5,5	3,9	2,3	1,8
28	2,1	3,2	3,9	5,2	6,4	8,9	9,7	8,0	5,3	4,1	2,3	1,6
29	2,1		4,2	4,0	6,9	9,0	9,5	8,0	5,8	3,9	2,3	1,7
30	1,9		4,7	4,9	7,1	8,6	10,0	7,8	5,6	3,6	2,1	1,7
31	1,9		4,7		7,1		10,4	8,6		3,7		1,6
MED	1,9	2,5	3,6	4,6	6,4	7,9	9,5	9,3	6,7	4,3	2,5	1,9
TOT	58,8	73,9	111,8	140,3	199,1	239,2	296,3	288,8	203,6	134,0	77,4	59,0

Apéndice 2
INVERSIÓN TÉRMICA MUY FUERTE EN INVIERNO

Ejemplar (Ejemplar)	MANANA		TARDE		NOCHE	
	Gradiante Normal (K)	Gradiante Normal Sobre Volumen Urbano (K)	Gradiante Normal (K)	Gradiante Normal Sobre Volumen Urbano (K)	Gradiante Normal (K)	Gradiante Normal Sobre Volumen Urbano (K)
Mitadía (400m) (S1000)	1.7	0.2	1.7	0.2	1.7	0.2
Corridio (1200)	1.7	1.2	1.7	1.2	1.7	1.2
Casa-piso (1600)	1.7	1.3	1.7	1.3	1.7	1.3
Centro Urbano (1700)	1.7	1.4	1.7	1.4	1.7	1.4
Periferia Norte (1700)	1.7	1.4	1.7	1.4	1.7	1.4

APÉNDICE 2

VARIACIONES LOCALES
DEL CLIMA REGIONAL

Apéndice 2.1

INVERSIÓN TÉRMICA MUY FUERTE EN INVIERNO

Fecha	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	Gradiente Observado	Gradiente Normal		Gradiente Observado	Gradiente Normal		Gradiente Observado	Gradiente Normal	
		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural
Mirador (490m) (Sierra)	7,6	0,2	- 1,7	12,6	10,1	9,3	9,3	3,6	0,5
Cerrillo (320m)	3,5	1,2	0,7	11,9	11,1	6,2	6,2	4,6	1,5
Camping (140m)	1,7	2,3	0,4	14,4	12,2	4,2	4,2	5,7	2,6
Centro Urbano (120m)	2,4			14,3			5,8		
Periferia Rural (115m)	0,5			13,4			2,7		

Apéndice 2.2

INVERSIÓN TÉRMICA FUERTE EN INVIERNO

Fecha	MAÑANA		TARDE		NOCHE	
	Gradiente Observado	Gradiente Normal (A) Sierra-Núcleo Urbano	Gradiente Observado	Gradiente Normal (A) Sierra-Núcleo Urbano	Gradiente Observado	Gradiente Normal (A) Sierra-Núcleo Urbano
Mirador (490m) (Sierra)	12,6	8	20	18,5	16	13,3
Cerrillo (320m)	9,4	8,9	20,2	19,5	11,9	14,3
Camping (140m)	9,8	10	20,6	20,6	12,3	15,4
Centro Urbano (120m)	10,1		20,7		15,5	
Periferia Rural (115m)	7,5		23,3		11,2	

20100805.1

Apéndice 2.3

INVERSIÓN TÉRMICA MODERADA-FUERTE EN PRIMAVERA

Fecha	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	Gradiente Observado	Gradiente Normal		Gradiente Observado	Gradiente Normal		Gradiente Observado	Gradiente Normal	
		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural
Mirador (490m) (Sierra)	16,2	10,8	7,6	29	27,9	27,6	16,7	18,9	17,5
Carrillo (320m)	14,5	11,8	8,9	27	28,9	28,9	17,9	19,9	18,5
Campino (140m)	13,5	12,9	10	27,5	30	30	18,9	21	19,6
Centro Urbano (120m)	13			30,1			21,1		
Periferia Rural (115m)	10,1			30,1			19,7		

Apéndice 2.4

INVERSIÓN TÉRMICA DÉBIL CON TIEMPO PERTURBADO

Fecha	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	Gradiente Observado	Gradiente Normal		Gradiente Observado	Gradiente Normal		Gradiente Observado	Gradiente Normal	
		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural
Mirador (480m) (Sierra)	9	7,8	5,6	19	17,5	21,3	9,6	12	9,1
Cerrillo (320m)	8,7	8,8	6,6	19,2	18,5	22,3	10,4	13	10,1
Camping (140m)	8,8	9,9	7,7	19,6	19,6	23,4	12,4	14,1	11,2
Centro Urbano (120m)	10			19,7			14,2		
Periferia Rural (115m)	7,8			23,5			11,3		

Apéndice 2.5

INVERSIÓN TÉRMICA DÉBIL EN VERANO

Fecha	MAÑANA				TARDE				NOCHE			
	Gradiente Observado	Gradiente Normal			Gradiente Observado	Gradiente Normal			Gradiente Observado	Gradiente Normal		
		(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural	(A) Sierra-Núcleo Urbano		(B) Sierra-Periferia Rural	(A) Sierra-Núcleo Urbano	(B) Sierra-Periferia Rural				
Mirador (490m) (Sierra)	17,7	16,2	15,1	28,4	27,9	27,3	19,5	20	21,3			
Cerrillo (320m)	16,5	17	15,9	30	28,7	28,1	20,4	20,8	22,1			
Camping (140m)	17,5	17,8	16,7	29,6	29,5	28,9	21,1	21,6	22,9			
Centro Urbano (120m)	17,9			29,6			21,7					
Periferia Rural (115m)	16,8			29			23					

Apéndice 2.6

GRADIENTE TÉRMICO NORMAL

Fecha	MAÑANA			TARDE			NOCHE		
	Gradiente Observado	Gradiente Normal (A) Sierra-Núcleo Urbano	Gradiente Normal (B) Sierra-Periferia Rural	Gradiente Observado	Gradiente Normal (A) Sierra-Núcleo Urbano	Gradiente Normal (B) Sierra-Periferia Rural	Gradiente Observado	Gradiente Normal (A) Sierra-Núcleo Urbano	Gradiente Normal (B) Sierra-Periferia Rural
Mirador (490m) (Sierra)	18,7	19	17,6	31,3	32,4	31,1	22,3	23,6	24,3
Cerrillo (320m)	16,7	19,8	18,4	34,5	33,2	31,9	23,7	24,4	25,1
Camping (140m)	19,3	20,6	19,2	34,2	34	32,7	21,9	25,2	25,9
Centro Urbano (120m)	20,7			34,1			25,3		
Periferia Rural (115m)	19,3			32,8			26		

APÉNDICE 3

EL CLIMA URBANO.
PERFILES TÉRMICOS

Altura (m)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Velocidad del viento (m/s)	Presión (hPa)
0	22.5	65	1.5	1013
1	22.0	65	1.5	1013
2	21.5	65	1.5	1013
3	21.0	65	1.5	1013
4	20.5	65	1.5	1013
5	20.0	65	1.5	1013
6	19.5	65	1.5	1013
7	19.0	65	1.5	1013
8	18.5	65	1.5	1013
9	18.0	65	1.5	1013
10	17.5	65	1.5	1013
11	17.0	65	1.5	1013
12	16.5	65	1.5	1013
13	16.0	65	1.5	1013
14	15.5	65	1.5	1013
15	15.0	65	1.5	1013
16	14.5	65	1.5	1013
17	14.0	65	1.5	1013
18	13.5	65	1.5	1013
19	13.0	65	1.5	1013
20	12.5	65	1.5	1013
21	12.0	65	1.5	1013
22	11.5	65	1.5	1013
23	11.0	65	1.5	1013
24	10.5	65	1.5	1013
25	10.0	65	1.5	1013
26	9.5	65	1.5	1013
27	9.0	65	1.5	1013
28	8.5	65	1.5	1013
29	8.0	65	1.5	1013
30	7.5	65	1.5	1013
31	7.0	65	1.5	1013
32	6.5	65	1.5	1013
33	6.0	65	1.5	1013
34	5.5	65	1.5	1013
35	5.0	65	1.5	1013
36	4.5	65	1.5	1013
37	4.0	65	1.5	1013
38	3.5	65	1.5	1013
39	3.0	65	1.5	1013
40	2.5	65	1.5	1013
41	2.0	65	1.5	1013
42	1.5	65	1.5	1013
43	1.0	65	1.5	1013
44	0.5	65	1.5	1013
45	0.0	65	1.5	1013
46	-0.5	65	1.5	1013
47	-1.0	65	1.5	1013
48	-1.5	65	1.5	1013
49	-2.0	65	1.5	1013
50	-2.5	65	1.5	1013
51	-3.0	65	1.5	1013
52	-3.5	65	1.5	1013
53	-4.0	65	1.5	1013
54	-4.5	65	1.5	1013
55	-5.0	65	1.5	1013
56	-5.5	65	1.5	1013
57	-6.0	65	1.5	1013
58	-6.5	65	1.5	1013
59	-7.0	65	1.5	1013
60	-7.5	65	1.5	1013
61	-8.0	65	1.5	1013
62	-8.5	65	1.5	1013
63	-9.0	65	1.5	1013
64	-9.5	65	1.5	1013
65	-10.0	65	1.5	1013
66	-10.5	65	1.5	1013
67	-11.0	65	1.5	1013
68	-11.5	65	1.5	1013
69	-12.0	65	1.5	1013
70	-12.5	65	1.5	1013
71	-13.0	65	1.5	1013
72	-13.5	65	1.5	1013
73	-14.0	65	1.5	1013
74	-14.5	65	1.5	1013
75	-15.0	65	1.5	1013
76	-15.5	65	1.5	1013
77	-16.0	65	1.5	1013
78	-16.5	65	1.5	1013
79	-17.0	65	1.5	1013
80	-17.5	65	1.5	1013
81	-18.0	65	1.5	1013
82	-18.5	65	1.5	1013
83	-19.0	65	1.5	1013
84	-19.5	65	1.5	1013
85	-20.0	65	1.5	1013
86	-20.5	65	1.5	1013
87	-21.0	65	1.5	1013
88	-21.5	65	1.5	1013
89	-22.0	65	1.5	1013
90	-22.5	65	1.5	1013
91	-23.0	65	1.5	1013
92	-23.5	65	1.5	1013
93	-24.0	65	1.5	1013
94	-24.5	65	1.5	1013
95	-25.0	65	1.5	1013
96	-25.5	65	1.5	1013
97	-26.0	65	1.5	1013
98	-26.5	65	1.5	1013
99	-27.0	65	1.5	1013
100	-27.5	65	1.5	1013

Apéndice 3.1
PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO NORTE-SUR.

	4/4/1994	19/11/1992	8/11/1994	5/9/1993	5/5/1987	10/6/1987	7/5/1995	6/6/1995	8/4/1995
Mirador	15.9	11.6	18.3	19.1	15.1	18.4	21.0	25.4	16.0
Cerrillo	13.1	8.6	16.9	17.4	14.8	19.0	17.1	22.3	13.0
Camping	13.9	9.5	17.7	18.9	15.1	19.2	18.5	24.6	15.6
Pl. S. Nicolás	16.1	11.6	20.0	20.1	14.1	19.9	21.9	26.8	17.2
Puente Nuevo	12.9	9.7	17.5	18.9	12.7	18.1	19.1	25.9	16.1
Av. Granada	12.5	9.6	17.9	19.3	12.7	18.4	18.3	24.8	15.4
Bda. Cerro	10.9	7.9	17.3	18.8	12.2	17.0	19.6	24.1	14.5
Cjo. Progreso	9.6	6.8	16.9	18.4	10.9	15.0	19.9	23.0	13.7

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.2

PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO OESTE-ESTE.

	4/4/1994	5/5/1987	19/11/1992	10/6/1987	8/11/1994	5/9/1993	7/5/1995	6/6/1995	8/4/1995
Bda. Golondrina	11.0	10.4	7.0	16.0	15.0	19.2	18.0	23.0	14.0
Bda. Felipa	10.9	10.6	6.6	16.2	15.2	18.3	19.1	23.2	13.3
Westinghouse	13.7	12.5	8.0	17.0	16.6	18.0	18.4	24.1	15.1
Hotel Meliá	15.0	13.7	9.7	18.6	18.5	18.6	20.2	25.5	16.1
Pl. Tendillas	16.4	13.8	11.6	19.5	19.6	19.8	21.7	26.7	17.0
T. Malmuerta	16.0	14.1	11.5	19.7	19.7	19.9	23.0	26.9	16.9
Hiper	13.6	12.7	8.4	17.8	17.9	19.0	21.5	26.0	15.7
E.S. San Carlos	11.0	13.2	6.9	16.4	16.9	18.6	20.3	23.0	14.2
Alcolea	10.1	12.0	6.7	16.1	16.0	18.6	20.0	23.2	13.9

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.3

PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO NE-SW.

	1/4/1987	5/5/1987	10/6/1987	13/5/1993	29/4/1987	22/4/1992	8/4/1995
Club Asland	3.3	9.9	16.1	13.2	12.8	14.0	13.9
Fabr. Asland	4.5	9.6	16.5	13.5	14.0	14.4	14.9
Hospital Militar	6.0	11.4	17.6	15.7	15.8	15.6	15.6
Pl. Corazón de María	6.1	10.7	17.9	15.9	15.9	15.2	16.1
Pl. S. Lorenzo	6.8	11.3	18.1	16.2	16.6	15.3	16.8
Pl. S. Andrés	6.6	11.6	18.6	16.9	16.6	15.8	16.8
Compás S. Francisco	5.4	11.1	18.8	16.2	16.1	14.9	16.0
I.B. Séneca	5.4	10.6	18.3	16.3	15.9	15.2	14.7
Parque C. Conde	4.6	10.3	17.9	16.0	15.7	15.2	14.9
F. Medicina	4.1	10.6	17.7	16.2	15.8	15.0	13.8
I.N.I.A.	2.8	10.3	17.2	15.4	15.0	14.5	13.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.4

PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO NW-SE.

	1/4/1987	29/4/1987	5/5/1987	13/5/1993	10/6/1987	22/4/1992	8/4/1995
Bda. Albaida	4.2	14.2	9.9	13.5	17.1	14.6	14.0
Bda. Moreras	6.6	16.3	11.6	15.4	17.2	15.7	15.7
Jardines Agricultura	6.6	15.5	11.7	15.6	17.4	15.4	15.8
Pl. Don Gome	7.2	16.5	11.7	16.6	18.6	15.9	16.3
Buen Suceso	6.5	16.2	11.1	16.5	18.5	15.9	16.7
Pl. Magdalena	6.3	16.2	11.0	16.3	18.5	16.0	16.9
Pl. Hispanidad	5.5	15.2	10.5	15.3	18.2	15.4	15.7
Pl. Duque Abumada	4.6	14.8	8.9	14.2	17.5	14.4	14.9
Av. Virgen del Mar	3.5	13.3	8.3	13.6	16.6	13.0	13.7

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.5
PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE). TRAYECTO NORTE-SUR

	4/4/1994	19/11/1992	8/11/1994	13/11/1993	5/5/1987	5/9/1993	7/5/1995	6/6/1994	8/4/1995
Mirador	25.5	13.7	17.5	20.7	25.2	29.6	28.7	28.1	29.4
Cerrillo	23.3	14.6	16.0	21.1	22.7	30.1	29.6	28.7	30.7
Camping	24.5	15.8	17.4	21.7	23.4	30.2	29.7	29.4	31.7
Pl. S. Nicolás	25.1	17.9	18.8	21.2	25.2	30.1	30.0	30.2	32.0
Puente Nuevo	25.5	16.8	17.9	22.5	26.1	29.2	30.0	29.6	31.4
Av. Granada	24.7	16.1	18.4	21.7	26.2	30.6	30.3	29.6	30.3
Bda. Cerro	24.0	17.4	19.0	23	26.3	32.0	29.2	29.5	30.1
Cjo. Progreso	24.6	17.6	19.2	22.7	26.5	33.3	29.0	28.0	30.1

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.6
PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE). TRAYECTO OESTE-ESTE

	4/4/1994	19/11/1992	8/11/1994	29/4/1987	5/5/1987	5/9/1993	7/5/1995	6/6/1995	8/4/1995
Bda. Colondrina	25.0	17.0	18.2	25.0	24.5	32.0	28.0	29.0	30.0
Bda. Felipe	24.9	17.6	18.2	26.0	25.5	33.1	28.0	29.6	29.1
Westinghouse	24.9	16.9	17.9	25.9	24.1	33.2	29.4	30.1	29.8
Hotel Meliá	25.6	17.9	18.7	26.8	27.0	32.0	29.9	30.9	31.4
Pl. Tendillas	24.0	18.0	19.0	27.1	25.0	30.4	29.7	30.1	32.4
T. Malmuerta	25.3	18.0	19.0	25.0	25.0	30.4	29.9	29.9	32.5
Hiper	25.1	16.7	18.2	25.6	25.4	32.1	29.0	29.9	31.2
E.S. San Carlos	25.3	16.9	18.0	25.6	25.7	32.4	29.1	29.1	30.5
Alcolea	25.5	17.0	18.1	25.2	25.0	33.1	28.7	28.4	30.4

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.7

PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE). TRAYECTO NE-SW

	1/4/1987	10/6/1987	5/5/1987	20/5/1987	13/5/1993	22/4/1992	8/4/1995
Club Asland	22.5	24.0	23.3	29.8	20.8	26.5	30.3
Fabr. Asland	22.0	24.0	22.8	30.0	21.7	27.4	30.0
Hosp. Militar	22.1	23.8	24.3	29.2	22.2	27.6	30.5
Pl. Corazón de María	23.2	23.1	23.4	28.9	22.2	28.5	30.5
Pl. S. Lorenzo	22.4	22.9	23.8	29.3	21.1	28.0	30.0
Pl. S. Andrés	22.7	24.7	24.3	29.8	22.0	28.5	29.7
Compás S. Francisco	21.1	24.4	23.8	30.8	20.5	27.8	29.6
I.B. Séneca	22.0	22.6	23.0	29.0	20.7	27.6	29.9
Parque C. Conde	20.9	22.5	24.3	29.8	20.5	27.9	30.1
F. Medicina	20.8	23.0	24.0	29.3	20.9	27.9	30.4
I.N.I.A.	20.7	23.0	23.3	30.0	21.4	27.6	31.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.8

PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE). TRAYECTO NW-SE

	1/4/1987	10/6/1987	5/5/1987	20/5/1987	13/5/1993	22/4/1992	8/4/1995
Bda. Albaida	21.5	24.8	24.1	28.8	22.0	27.0	30.0
Bda. Morenas	21.5	23.6	23.3	28.3	21.9	28.0	30.1
Jardines Agricultura	22.0	23.1	23.1	29.4	20.8	27.0	29.9
Pl. Don Gome	22.1	24.8	24.0	29.3	21.7	28.3	28.9
Buen Suceso	20.8	24.7	24.0	29.8	22.4	30.2	28.8
Pl. Magdalena	21.6	22.6	24.2	29.4	21.9	27.8	29.9
Pl. Hispanidad	20.9	22.1	23.0	29.4	21.0	27.9	29.7
Pl. Duque Ahumada	21.1	22.2	22.7	29.9	21.1	28.0	30.3
Av. Virgen del Mar	21.7	23.3	22.7	29.9	21.0	29.3	30.1

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.9

PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO NORTE-SUR

	19/11/1992	13/11/1993	5/5/1987	4/4/1994	8/11/1994	5/9/1993	7/5/1995	6/6/1995	8/4/1995
Mirador	11.7	14.0	18.0	12.5	17.3	19.7	15.6	20.4	15.0
Gerrillo	9.3	12.4	16.1	13.1	17.9	21.3	19.8	25.4	17.7
Camping	10.0	14.5	17.7	14.2	19.5	22.8	21.9	28.1	18.6
Pl. San Nicolás	12.8	16.5	20.8	16.9	23.3	25.1	23.7	29.0	19.6
Puente Nuevo	10.4	13.0	15.6	15.6	19.8	23.3	22.4	27.1	18.9
Avd. Granada	10.8	13.3	15.1	15.6	20.0	23.0	22.0	26.0	18.7
Bda. Cerro	9.6	12.6	15.0	14.7	18.8	21.8	21.5	24.7	18.0
Cjo. Progreso	8.1	12.0	13.7	13.3	18.1	21.4	19.2	23.8	17.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.10

PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO OESTE-ESTE

	19/11/1992	5/5/1987	4/4/1994	8/11/1994	5/9/1993	7/5/1995	6/6/1995	8/4/1995
Bda. Golondrina	7.4	15.0	12.8	17.2	21.7	18.6	23.6	16.4
Bda. Felipa	8.0	14.0	13.6	17.0	22.2	19.0	23.9	16.1
Westinghouse	9.2	16.7	16.2	18.3	22.1	20.4	25.6	16.9
Hotel Meliá	11.7	19.1	17.3	21.9	23.8	22.7	27.8	17.8
Pl. Tendillas	12.9	21.0	17.1	23.3	25.0	23.9	28.7	19.6
T. Malmuerta	11.5	20.0	17.5	23.3	24.8	23.9	28.8	20.0
Híper	9.7	15.9	15.9	21.0	22.7	23.6	26.9	18.8
E.S. San Carlos	9.2	15.0	14.5	20.0	22.7	21.4	25.0	17.4
Alcolea	9.0	15.0	13.7	18.6	22.0	19.0	24.1	17.4

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.11

PRIMAVERA-OTOÑO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO NE-SW

	19/11/1992	29/4/1987	20/5/1987	10/6/1992	8/4/1995
Club Asland	7.7	16.5	17.0	16.6	16.4
Fabr. Asland	9.1	16.2	18.0	19.2	17.9
Hosp. Militar	10.4	18.0	18.2	20.8	18.9
Pl. Cor. deMaría	10.8	19.1	18.8	19.9	19.3
Pl.S.Lorenzo	11.4	19.5	18.7	20.9	20.5
Pl.S.Andres	11.4	19.5	19.1	20.4	20.4
Compás S. Francisco	10.9	19.3	18.5	18.6	19.1
I.B.Séneca	8.7	18.2	18.0	19.1	17.8
Parque C. Conde	8.4	18.0	16.9	17.8	16.9
F. Medicina	7.2	16.6	16.7	17.6	16.5
I.N.I.A.	6.5	15.5	15.2	15.0	15.1

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.12
PRIMAVERA-OTOÑO, ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO NW-SE

	19/11/1992	29/4/1987	20/5/1987	10/6/1992	8/4/1995
Bda. Albaída	7.9	16.0	17.5	19.0	16.0
Bda. Morenas	8.9	17.9	18.0	18.9	16.9
Jardines Agricult.	10.8	19.6	18.9	19.7	18.1
Pl. Don Gome	11.5	20.1	19.6	20.4	19.5
Buen Suceso	11.5	20.0	19.7	21.1	20.0
Pl. Magdalena	11.2	20.2	19.0	21.2	20.2
Pl. Hispanidad	10.0	19.6	19.0	20.7	19.1
Pl. Duque Ahumada	8.9	18.8	18.0	18.6	17.5
Av. Virgen del Mar	7.8	18.0	18.0	18.9	16.6

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.13
VERANO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO NORTE-SUR

	5/9/1993	29/8/1993	24/6/1987	3/7/1986	7/8/1994	18/8/1993	22/8/1993	7/7/1995	4/8/1995
Mirador	21.0	23.4	25.7	24.4	24.0	23.3	21.3	27.0	24.0
Cerrillo	19.3	22.8	26.3	22.4	26.1	24.0	23.4	27.0	23.1
Camping	20.8	23.8	27.2	25.1	29.3	25.4	23.6	28.1	25.7
Pl. S. Nicolás	22.0	25.0	27.1	26.7	30.1	27.0	23.9	28.0	27.6
Puente Nuevo	20.9	23.4	25.3	24.9	29.1	25.2	21.1	28.0	26.1
Av. Granada	21.2	22.4	24.6	26.1	28.7	25.3	22.0	26.0	26.1
Bda. Cerro	20.7	22.5	24.0	25.4	29.1	25.0	22.5	26.0	25.4
Cjo. Progreso	20.1	22.3	23.0	23.9	26.8	23.3	21.4	23.0	24.3

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3,14

VERANO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO OESTE-ESTE.

	24/6/1987	5/9/1993	3/7/1986	29/8/1993	7/8/1994	18/8/1993	22/8/1993	7/7/1995	4/8/1995
Bda. Golondrina	22.0	20.0	23.0	21.0	27.0	23.5	21.7	24.0	23.0
Bda. Felipa	21.9	20.7	23.0	21.1	26.7	23.6	21.3	24.0	23.2
Westinghouse	23.0	20.5	24.4	21.3	28.0	24.6	22.0	25.0	24.1
Hotel Meliá	25.5	21.9	25.9	23.6	29.1	26.5	21.8	27.1	25.9
Pl. Tendillas	27.0	22.0	26.7	24.7	30.4	26.8	23.6	28.3	27.8
T. Malmuerta	26.5	21.8	26.7	24.6	30.4	26.8	23.6	28.4	27.9
Hiper	23.9	21.5	25.2	23.0	28.4	25.1	23.2	27.0	27.0
E.S. San Carlos	23.5	20.5	24.3	21.7	28.1	24.8	23.0	26.1	25.9
Alcolea	22.9	20.4	23.8	21.5	28.0	24.5	23.1	25.8	24.3

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.15
VERANO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO NE-SW.

	24/6/1987	1/7/1987	8/7/1993	24/8/1992	8/7/1995	5/8/1995
Club Asland	21.6	24.0	26.5	29.1	24.0	22.2
Fbr. Asland	23.1	25.2	27.8	31.0	26.1	24.1
Hospital Militar	23.8	26.3	29.3	32.2	26.5	24.8
Pl. Corazón de María	23.9	26.0	29.7	33.3	27.0	25.5
Pl. S. Lorenzo	24.6	26.8	30.6	34.2	27.3	25.5
Pl. S. Andrés	24.7	27.0	30.8	34.4	27.1	25.6
Compás San Francisco	24.5	26.5	29.9	33.9	27.0	25.5
I.B. Séneca	23.8	25.0	29.5	31.7	26.5	25.0
Parque C. Conde	23.3	25.2	29.3	31.0	25.4	24.1
F. Medicina	22.8	24.9	29.1	29.7	23.9	23.4
I.N.I.A.	22.1	24.0	28.0	28.0	22.1	21.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.16

VERANO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO NW-SE.

	24/6/1987	1/7/1987	8/7/1987	24/8/1982	8/7/1995	5/8/1995
Bda. Albaida	21.6	23.9	26.6	27.6	22.0	21.0
Bda. Moreras	23.7	24.5	27.5	29.5	23.6	23.1
Jardines Agricultura	23.0	25.1	28.0	31.2	26.3	25.5
Pl. Don Gome	24.1	27.0	29.2	31.9	27.0	25.0
Buen Suceso	24.3	26.8	29.4	31.7	27.0	25.5
Pl. Magdalena	24.1	26.9	29.4	31.7	26.9	25.5
Pl. Hispanidad	23.0	24.5	28.1	29.8	26.5	24.1
Pl. Duque Ahumada	22.5	23.7	27.1	27.9	24.1	22.8
Av. Virgen del Mar	21.6	23.7	26.6	27.2	23.0	21.5

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.17

VERANO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE): TRAYECTO NORTE-SUR.

	26/6/1986	6/9/1993	3/7/1986	5/9/1993	7/8/1994	22/8/1993	29/8/1993	8/9/1993	7/7/1995	4/8/1995
Mirador	32.1	26.9	31.3	32.1	37.4	33.3	31.9	22.8	29.8	30.0
Cerrillo	33.7	27.7	34.5	32.6	41.4	33.1	31.0	23.9	29.9	31.7
Camping	34.3	28.5	34.2	32.7	39.6	36.9	33.9	26.2	31.0	33.3
Pl. S. Nicolás	33.4	29.0	34.1	32.6	39.8	33.9	32.9	26.0	31.4	33.9
Puente Nuevo	32.9	27.3	35.2	31.7	40.8	35.4	33.6	25.2	32.5	33.9
Avd. Granada	34.3	27.7	36.3	33.5	41.3	35.5	33.2	25.3	32.5	35.0
Bda. Cerro	33.7	28.1	35.7	34.5	41.8	34.8	34.7	25.9	32.4	35.1
Cjo. Progreso	32.9	28.1	35.5	35.3	42.4	36.1	35.6	25.8	31.6	34.7

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.18

VERANO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE): TRAYECTO OESTE-ESTE

	26/6/1986	29/6/1993	3/7/1986	6/9/1993	5/9/1993	7/8/1994	22/8/1993	8/9/1993	7/7/1995	4/8/1995
Bda. Colondrina	31.0	32.0	35.0	31.0	32.5	40.0	34.3	26.0	31.0	34.0
Bda. Felipa	32.0	32.0	34.5	31.4	32.1	39.0	35.5	26.0	29.6	34.0
Westinghouse	35.1	32.7	33.0	31.6	35.2	39.1	38.6	27.0	30.5	33.7
Hotel Meliá	33.2	34.0	34.5	30.6	35.0	40.0	34.1	27.3	31.5	34.0
Pt. Tendillas	33.2	33.0	34.0	29.0	32.6	39.6	33.9	26.4	31.5	33.9
T. Malmuerta	34.2	33.0	34.5	28.8	32.4	39.9	34.5	26.4	31.0	34.3
Hiper	33.3	33.4	35.9	32.7	34.1	41.0	38.6	27.0	32.0	34.5
E.S. San Carlos	32.4	33.0	32.8	31.7	33.9	41.5	35.4	26.1	32.0	33.8
Alcolea	32.0	32.8	35.2	31.9	33.1	40.8	34.9	26.1	32.3	34.3

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.19

VERANO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE): TRAYECTO NE-SW

	24/6/1987	1/7/1987	8/7/1987	24/8/1992	6/7/1995	5/8/1995
Club Asland	35.0	36.0	39.0	42.8	31.4	34.0
Fabr. Asland	34.1	35.1	38.7	43.1	30.5	32.7
Hospital Militar	35.5	36.5	40.5	43.5	31.5	34.4
Pl. Corazón de María	35.5	36.5	41.0	43.5	31.5	35.0
Pl. S. Lorenzo	35.5	36.5	41.5	43.0	31.5	35.2
Pl. S. Andrés	35.0	36.0	41.5	42.8	30.9	35.2
Compás S. Francisco	34.2	35.2	41.0	42.5	30.4	35.0
I.B. Séneca	34.5	35.5	41.4	42.9	30.5	35.5
Parque C. Conde	33.5	34.5	40.0	43.0	30.0	34.4
F. Medicina	34.2	34.9	40.0	43.0	30.9	34.5
I.N.I.A.	34.0	33.9	39.7	42.8	29.8	33.7

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.20

VERANO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE): TRAYECTO NW-SE.

	24/6/1987	24/8/1992	8/7/1995	5/8/1995
Bda. Albaida	34.8	42.8	32.5	34.4
Bda. Morenas	34.3	43.0	32.0	33.9
Jardines Agricultura	34.5	42.5	31.0	34.4
Pl. Don Gome	34.0	41.8	31.5	34.6
Buen Sucésio	33.5	41.1	31.6	35.0
Pl. Magdalena	33.7	42.0	31.7	34.8
Pl. Hispanidad	34.0	42.7	31.7	35.0
Pl. Duque Ahumada	34.7	43.0	31.5	35.0
Avd. Virgen del Mar	34.7	42.9	31.6	34.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.21

VERANO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO NORTE-SUR.

	26/6/1986	24/6/1987	5/9/1993	8/7/1987	7/8/1994	22/8/1993	29/8/1993	7/7/1995	4/8/1995
Mirador	20.2	18.7	19.4	24.0	26.3	22.6	21.0	21.1	24.6
Cerrillo	21.1	20.1	21.4	24.6	28.2	24.1	22.9	23.1	27.0
Camping	21.8	21.8	23.3	25.9	30.0	25.5	23.3	24.2	28.4
Pl. S. Nicolás	26.0	24.0	25.0	29.3	33.5	28.1	24.7	27.3	30.0
Puente Nuevo	22.5	22.3	23.8	26.3	31.6	26.5	24.1	25.1	27.3
Avd. Granada	22.3	22.8	24.0	26.7	30.7	26.1	24.1	25.0	26.3
Bda. Cerro	21.4	22.5	23.4	26.8	30.7	25.5	23.0	25.1	26.2
Cjo. Progreso	20.5	21.1	22.2	26.3	29.0	24.3	24.0	23.0	24.1

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.22
VERANO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO OESTE-ESTE.

	26/6/1986	5/9/1993	24/6/1987	8/7/1987	7/8/1994	22/8/1993	29/8/1993	7/7/1995	4/8/1995
Bda. Golondrina	21.4	20.6	21.8	25.0	27.6	23.6	22.4	24.0	23.0
Bda. Felipa	23.8	21.1	22.5	24.5	27.6	23.6	23.1	24.3	24.1
Westinghouse	23.8	22.1	23.0	25.2	29.0	25.1	24.6	23.9	26.0
Hotel Meliá	25.2	23.3	24.1	28.7	32.7	26.1	24.9	26.0	28.9
Pl. Tendillas	26.4	24.6	24.5	29.2	33.4	27.9	25.0	27.5	30.1
T. Malmuerta	25.8	24.6	23.7	29.0	33.3	28.1	24.4	26.0	30.0
Hiper	24.4	22.5	23.5	28.1	30.8	26.4	24.4	25.0	27.4
E.S. San Carlos	23.0	21.8	21.7	26.3	29.6	24.2	23.9	24.0	24.8
Alcolea	23.4	21.9	22.7	25.7	29.1	24.2	23.0	24.3	24.0

ALCOLEA 12/7/86 (*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.23

VERANO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO NE-SW.

	8/7/1987	24/8/1992	8/7/1995	5/8/1995
Club Asland	29.4	30.0	23.3	23.0
Fabr. Asland	30.1	31.4	24.0	25.9
Hospital Militar	32.0	33.0	24.6	27.5
Pl. Corazón de María	32.0	33.0	25.9	27.0
Pl. S. Lorenzo	32.0	34.5	26.0	28.5
Pl. S. Andrés	32.5	34.3	27.1	28.6
Compás S. Francisco.	31.5	33.9	27.0	27.9
I.B. Séneca	30.2	32.0	25.4	25.0
Parque C. Conde	29.6	31.8	24.0	23.8
F. Medicina	28.4	30.0	23.4	22.7
I.N.I.A.	28.0	28.6	21.0	20.1

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.24

VERANO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO NW-SE.

	8/7/1987	24/8/1992	8/7/1995	5/8/1995
Bda. Albaida	29.0	30.0	24.1	24.7
Bda. Moreras	30.2	32.7	25.5	26.8
Jardines Agricultura	31.7	33.5	27.0	28.5
Pl. Don Gome	32.1	34.5	28.0	27.9
Buen Suceso	32.0	34.3	28.6	28.6
Pl. Magdalena	32.0	34.6	28.1	28.6
Pl. Hispanidad	31.2	32.9	27.2	26.1
Pl. Duque Ahumada	31.0	32.2	25.9	25.4
Av. Virgen del Mar	30.8	29.9	24.8	24.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.25

INVIERNO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO NORTE-SUR.

	7/2/1986	14/1/1986	14/12/1984	4/2/1987	11/3/1987	4/3/1987	20/2/1985	15/1/1985
Mirador	1.7	7.6	11.2	7.6	15.4	16.4	15.1	7.0
Cerrillo	-0.5	3.5	7.6	5.1	14.6	17.7	13.0	4.1
Camping	-0.6	1.7	8.0	5.5	14.7	13.5	13.5	5.6
Pl. S. Nicolás	1.5	2.4	11.0	7.4	15.9	14.3	14.0	7.8
Puente Nuevo	-1.7	2.2	7.7	5.4	14.6	12.1	13.0	6.6
Av. Granada	-1.7	2.0	8.5	6.1	14.5	11.0	13.0	5.9
Hda. Cerro	-1.9	2.1	7.0	3.9	13.5	10.5	11.2	5.0
Cjo. Progreso	-2.7	1.1	6.5	3.9	12.9	8.4	10.4	4.1

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.26
INVIERNO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO OESTE-ESTE

	7/2/1986	14/1/1986	14/12/1994	4/2/1987	4/3/1987	11/3/1987	20/2/1995	15/1/1995
Bda. Golondrina	-1.2	2.2	7.0	5.0	8.8	13.0	10.0	4.0
Bda. Felipa	-1.4	1.1	7.3	4.5	9.0	12.9	9.8	4.0
Westinghouse	-0.6	2.3	8.4	5.3	10.6	13.9	10.7	5.2
Hotel Meliá	-0.1	2.2	10.6	7.0	11.8	15.7	12.8	6.5
Pl. Tendillas	1	2.1	11.3	7.2	14.1	16.3	14.2	7.9
T. Malmuerta	0.4	1.5	10.8	6.9	13.1	16.1	14.1	8.3
Hiper	-0.4	0.9	9.8	5.8	11.4	13.6	13.0	7.1
E.S. San Carlos	-1.4	0.5	7.5	5.3	10.1	13.3	11.7	5.3
Alcolea	-1.6	0.7	7.5	4.9	8.7	13.0	10.5	3.9

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.27

INVIERNO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO NE-SW.

	21/1/1987	4/2/1987	18/3/1987	4/3/1987	11/3/1987	21/2/1995	15/1/1995
Club Asland	3.1	6.0	8.0	7.8	13.0	10.0	5.5
Fbr. Asland	3.9	6.6	8.1	9.1	13.3	11.7	6.4
Hospital Militar	3.9	8.1	9.4	10.5	14.4	12.6	6.4
Pl. Corazón de María	3.8	8.3	9.0	10.5	14.1	14.1	7.0
Pl. S. Lorenzo	3.9	8.6	9.3	10.7	14.4	15.7	6.8
Pl. S. Andrés	3.8	9.0	10.0	10.1	14.9	16.0	6.7
Compás S. Francisco	3.8	8.8	9.7	9.5	14.6	14.5	7.0
I.B. Séneca	3.6	7.8	9.8	9.8	14.8	13.4	5.9
Parque C. Conde	3.0	6.9	8.9	9.4	15.0	11.6	5.7
F. Medicina	2.1	7.1	8.5	10.0	14.7	10.7	6.1
I.N.I.A.	2.2	5.9	8.5	9.3	14.0	9.2	5.4

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.28

INVIERNO. ISLA DE CALOR DIURNA (MAÑANA): TRAYECTO NW-SE.

	21/1/1987	4/2/1987	18/3/1987	4/3/1987	11/3/1987	21/2/1995	16/1/1995
Bda. Albaida	3.3	5.7	7.0	8.7	12.1	11.0	4.1
Bda. Moreras	4.2	7.0	7.9	10.1	12.5	11.3	5.1
Jardines Agricultura	4.3	7.0	7.4	10.0	12.8	13.2	5.5
Pl. Don Gome	4.2	7.9	8.4	10.8	13.3	15.1	7.0
Buen Suceso	4.1	7.9	8.2	10.7	13.3	16.0	6.9
Pl. Magdalena	4.3	7.7	8.4	10.5	13.0	15.8	6.9
Pl. Hispanidad	3.9	7.4	7.2	9.3	12.4	14.9	5.3
Pl. Duque Ahumada	3.0	6.4	6.5	8.7	11.8	14.1	4.1
Av. Virgen del Mar	2.3	5.3	5.6	7.8	11.1	12.0	3.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.29

INVIERNO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE): TRAYECTO NORTE-SUR.

	7/2/1986	14/1/1986	21/1/1987	14/12/1994	18/3/1987	4/3/1987	20/2/1995	15/1/1995
Mirador	5.7	12.6	10.1	11.4	17.7	20.8	18.7	13.0
Carrillo	7.0	11.9	13.1	13.0	16.9	20.9	20.6	16.1
Camping	8.3	14.4	12.7	15.1	19.0	22.4	21.9	17.1
Pl.S.Nicolás	8.7	14.3	12.4	16.2	19.1	21.5	22.1	17.5
Puente Nuevo	8.5	13.8	12.8	15.5	18.9	22.7	22.0	17.6
Av. Granada	8.6	12.4	13.0	15.5	18.7	23.0	22.9	17.6
Bda. Cerro	8.2	13.5	12.6	15.0	20.9	23.8	22.9	17.0
Cjo. Progreso	7.6	12.7	13.7	14.3	20.0	23.8	21.8	16.9

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.30

INVIERNO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE): TRAYECTO OESTE-ESTE.

	7/2/1986	14/1/1986	21/1/1987	14/12/1994	18/3/1987	4/3/1987	20/2/1995	15/1/1995
Bda. Golondrina	9.0	12.1	13.8	16.0	20.0	23.4	21.0	16.0
Bda. Felipa	8.8	12.1	14.3	15.7	19.4	22.1	21.5	15.5
Westinghouse	8.6	12.7	13.6	16.0	19.1	23.0	21.5	16.1
Hotel Meliá	8.6	13.7	13.8	15.8	20.5	22.3	22.0	17.0
Pl. Tendillas	8.9	13.9	12.1	16.1	19.2	21.1	22.3	17.6
T. Malmuerta	8.1	13.9	13.7	16.3	19.4	22.1	22.1	17.4
Hiper	8.4	13.5	13.2	16.0	20.0	23.0	21.0	16.5
E.S. San Carlos	8.8	13.4	13.0	15.7	20.2	23.4	21.2	16.6
Alcolea	8.3	13.6	13.1	15.8	19.2	23.1	21.9	17.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.31

INVIerno. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE): TRAYECTO NE-SW.

	21/1/1987	4/2/1987	18/3/1987	11/3/1987	4/3/1987	21/2/1995	16/1/1995
Club Asland	13.3	14.6	20.0	23.4	26.4	20.5	15.3
Fbr. Asland	13.5	14.6	20.0	23.4	25.8	19.8	15.5
Hosp. Militar	14.3	15.0	19.6	23.2	25.3	19.8	15.8
Pl. Corazón de María	13.5	15.9	20.4	22.8	26.3	20.7	16.0
Pl. S. Lorenzo	13.7	15.3	19.9	22.3	25.7	20.0	14.5
Pl. S. Andrés	13.3	15.3	21.3	23.9	25.7	20.5	15.0
Compás S. Francisco	12.9	15.3	19.6	23.0	25.0	19.8	15.1
I.B. Séneca	13.3	16.0	19.9	23.1	25.0	20.0	14.8
Parque C. Conde	13.0	15.5	20.4	23.2	25.6	20.4	14.8
F. Medicina	13.5	15.8	20.9	22.6	25.6	20.0	15.0
I.N.I.A.	13.4	15.0	19.7	23.0	24.9	19.1	14.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.32

INVIERNO. ISLA DE CALOR DIURNA (TARDE): TRAYECTO NW-SE.

	21/1/1987	4/2/1987	18/3/1987	11/3/1987	4/3/1987	21/2/1995	16/1/1995
Bda. Albaida	15.0	15.0	23.3	23.0	25.2	20.0	14.9
Bda. Morenas	13.5	14.5	20.0	22.2	23.8	19.6	15.0
Jardines Agricultura	14.0	14.5	19.2	23.1	24.9	19.0	14.5
Pl. Don Gome	14.1	15.0	20.6	22.7	24.6	18.9	14.0
Buen Suceso	14.0	14.6	20.6	23.2	24.8	18.8	14.7
Pl. Magdalena	14.2	14.9	20.0	23.6	26.2	18.9	15.0
Pl. Hispanidad	13.5	14.8	19.5	23.5	25.5	19.0	14.4
Pl. Duque Ahumada	13.4	14.6	19.0	22.3	24.6	19.4	14.4
Av. Virgen del Mar	13.9	15.4	21.2	22.9	25.0	19.7	14.1

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.33
INVIERNO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO NORTE-SUR.

	14/1/1986	14/12/1994	4/2/1987	11/3/1987	4/3/1987	20/2/1995	15/1/1995
Mirador	3.1	9.9	7.0	9.1	17.7	5.0	3.1
Carrillo	2.4	8.6	7.6	9.9	13.4	6.9	3.0
Camping	5.4	10.3	8.6	11.9	14.4	9.8	5.6
Pl. S. Nicolás	7.5	12.1	9.7	14.0	18.5	11.9	7.0
Puente Nuevo	5.1	10.0	8.7	11.5	15.4	10.0	4.3
Av. Granada	4.4	10.3	9.1	11.8	15.4	9.1	3.4
Bda. Cerro	3.1	9.2	8.3	10.9	14.2	8.6	3.4
Cjo. Progreso	2.3	6.8	7.6	10.0	13.0	8.0	2.0

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.34
INVIERNO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO OESTE-ESTE.

	4/2/1987	14/12/1994	4/3/1987	11/3/1987	20/2/1995	15/1/1995	14/1/1986
Bda. Golondrina	8.3	6.4	12.1	11.5	6.2	1.1	4.1
Bda. Felipa	7.8	6.2	12.0	12.1	7.1	2.4	4.4
Westinghouse	7.9	8.8	14.2	12.0	7.9	3.7	5.2
Hotel Meliá	9.0	11.3	16.1	13.8	10.4	6.1	6.1
Pl. Tendillas	9.7	12.4	18.3	14.1	12.1	6.9	7.3
T. Malmuerta	9.4	12.0	18.4	13.4	12.4	6.7	7.1
Híper	8.9	10.1	14.2	13.6	9.8	3.7	5.4
E.S. San Carlos	8.2	8.6	13.3	11.3	8.2	2.6	3.9
Alcolea	8.0	7.5	13.8	10.7	7.9	2.3	4.0

MAPA DE LA ISLA DE CALOR NOCTURNA (*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.35

INVIERNO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO NE-SW.

	4/2/1987	18/3/1987	4/3/1987	11/3/1987	21/2/1995	16/1/1995
Club Asland	8.7	7.8	15.4	12.7	6.5	1.8
Fbr. Asland	8.8	6.3	15.2	12.4	7.1	2.7
Hospital Militar	9.2	8.4	16.4	13.2	8.2	3.7
Pl. Corazón de María	9.8	9.3	16.6	13.4	8.8	4.3
Pl. S. Lorenzo	9.7	9.7	16.7	14.3	10.9	5.9
Pl. S. Andrés	9.8	10.0	17.5	14.1	10.9	6.1
Compás S. Francisco	11.5	10.3	16.6	13.5	10.1	5.8
I.B. Séneca	9.5	9.2	16.0	12.6	8.7	3.6
Parque C. Conde	9.3	8.0	15.7	11.7	6.6	2.4
F. Medicina	8.9	7.9	15.4	11.5	6.0	2.1
I.N.I.A.	8.0	7.9	14.0	10.0	5.1	0.5

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.36

INVIERNO. ISLA DE CALOR NOCTURNA: TRAYECTO NW-SE.

	4/2/1987	16/3/1987	11/3/1987	4/2/1987	21/2/1985	16/1/1994
Bda. Albaida	9.3	8.0	12.7	15.2	7.1	2.0
Bda. Moreras	8.9	9.5	12.6	16.1	7.5	3.1
Jardines Agricultura	9.7	11.0	13.3	16.7	9.2	5.4
Pl. Don Gome	11.0	11.1	14.0	17.9	10.4	6.0
Buen Suceso	11.3	11.5	14.7	17.6	11.0	6.5
Pl. Magdalena	11.1	10.8	14.2	17.6	10.8	6.5
Pl. Hispanidad	9.8	9.9	13.4	16.7	10.1	5.4
Pl. Duque Ahumada	9.9	9.2	12.7	16.0	8.1	3.1
Av. Virgen del Mar	9.7	8.8	12.3	15.5	6.8	2.5

(*) Datos en grados centígrados

Apéndice 3.37

**TIEMPO PERTURBADO. PERFILES TÉRMICOS.
TRAYECTO NORTE-SUR. MAÑANA.**

	20/11/1993	22/4/1987
Mirador	7.6	16
Cerrillo	8.3	14.3
Camping	9.3	15.4
Pl. Tendillas	7.2	16
Puente Nuevo	9.4	15.2
Av. Granada	9	14.8
Bda. del Cerro	9.3	14.1
Cjo. Progreso	8.5	14.1

Apéndice 3.38

**TIEMPO PERTURBADO. PERFILES TÉRMICOS.
TRAYECTO NORTE-SUR. NOCHE.**

	20/11/1993	22/4/1987
Mirador	9.3	16.3
Cerrillo	9	14.3
Camping	9.3	17.2
Pl. Tendillas	10.5	17.8
Puente Nuevo	9.7	17
Av. Granada	8.8	16.1
Bda. del Cerro	8.3	16.9
Cjo. Progreso	6.5	16.2

Apéndice 3.39

**TIEMPO PERTURBADO. PERFILES TÉRMICOS.
TRAYECTO OESTE-ESTE.**

	MAÑANA-5/5/1987	TARDE-5/5/1987	NOCHE-5/5/1987
Bda. Golondrina	15.4	24	12
Vaquería	15.6	25.4	11.7
Westinghouse	17.5	24.1	12.7
Meliá	18.7	27	15.1
Pl. Tendillas	18.8	25	16.8
Malmuerta	19.1	25	15.7
Hiper	17.7	25.4	11.9
E.S. San Carlos	18.2	25.5	11
Alcolea	17.8	25.7	11.3

VERANO TRANSICIONARIO DE HUMEDAD RELATIVA
 (MAYO)

Altura (m)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
0	28.5	65
10	27.5	68
20	26.5	72
30	25.5	75
40	24.5	78
50	23.5	80
60	22.5	82
70	21.5	84
80	20.5	85
90	19.5	86
100	18.5	87

APÉNDICE 4

**EL CLIMA URBANO.
 PERFILES DE HUMEDAD RELATIVA**

Altura (m)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
0	28.5	65
10	27.5	68
20	26.5	72
30	25.5	75
40	24.5	78
50	23.5	80
60	22.5	82
70	21.5	84
80	20.5	85
90	19.5	86
100	18.5	87

VERANO TRANSICIONARIO DE HUMEDAD RELATIVA
 (MAYO)

Altura (m)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
0	28.5	65
10	27.5	68
20	26.5	72
30	25.5	75
40	24.5	78
50	23.5	80
60	22.5	82
70	21.5	84
80	20.5	85
90	19.5	86
100	18.5	87

Apéndice 4.1

**VERANO. TRAYECTO NORTE-SUR. HUMEDAD RELATIVA.
MAÑANA**

	29/8/1993	18/8/1993	22/8/1993	5/9/1993
Mirador	26.8	65.8	69.5	88.3
Cerrillo	28.3	59.5	56.6	79.3
Camping	28.2	51.3	64.3	73.3
Pl. Tendillas	28.5	47.3	61.5	68.6
Puente Nuevo	29.6	47.2	45.8	72.2
Av. Granada	29.9	46.1	47.3	67.9
Bda. del Cerro	30.8	48.2	41.5	66.3
Cjo. Progreso	27.3	47.3	46.3	68.1

315

Apéndice 4.2

**VERANO. TRAYECTO ESTE-OESTE. HUMEDAD RELATIVA.
MAÑANA**

	29/8/1993	18/8/1993	22/8/1993	5/9/1993
Golondrina	30.1	54.9	55.0	89.8
Westinghouse	29.6	51.8	58.2	90.1
Meliá	28.3	49.2	63.3	84.5
Malmuerta	26.7	48.5	61.4	68.7
Hiper	26.8	48.5	62.1	79.9
E.S. San Carlos	28.0	48.6	51.2	81.3

Apéndice 4.3

**VERANO. TRAYECTO NORTE-SUR. HUMEDAD RELATIVA.
TARDE.**

	29/8/1993	22/8/1993	6/9/1993	5/9/1993
Mirador	13.7	17.1	23.9	30.9
Cerrillo	15.9	19.1	24.0	25.6
Camping	15.6	16.0	25.5	26.9
Pl. Tendillas	14.4	15.8	21.9	28.9
Puente Nuevo	14.6	14.5	25.2	30.3
Av. Granada	14.5	14.2	24.6	21.8
Bda. del Cerro	13.3	13.5	22.3	21.0
Cjo. Progreso	11.7	12.6	23.7	21.5

Apéndice 4.4

VERANO. TRAYECTO ESTE-OESTE. HUMEDAD RELATIVA. TARDE.

	29/8/1993	22/8/1993	6/9/1993	5/9/1993
Golondrina	14.0	11.7	21.3	25.5
Westinghouse	13.4	13.9	21.1	23.5
Meliá	14.6	14.1	23.3	25.1
Malmuerta	16.3	21.1	26.1	28.1
Hiper	12.9	12.3	19.2	22.2
E.S. San Carlos	13.9	14.4	20.8	24.4

316

Apéndice 4.5

VERANO. TRAYECTO NORTE-SUR. HUMEDAD RELATIVA. NOCHE.

	29/8/1993	22/8/1993	5/9/1993
Mirador	35.5	37.8	53.2
Cerrillo	31.5	32.4	45.9
Camping	32.6	33.4	40.3
Pl. Tendillas	30.2	37.4	38.3
Puente Nuevo	31.0	40.4	39.3
Av. Granada	31.1	40.3	38.8
Bda. del Cerro	31.0	40.3	38.3
Cjo. Progreso	30.2	40.5	38.6

Apéndice 4.6

VERANO. TRAYECTO ESTE-OESTE. HUMEDAD RELATIVA. NOCHE.

	29/8/1993	22/8/1993	5/9/1993
Golondrina	33.2	39.9	46.5
Westinghouse	30.8	39.4	46.4
Meliá	31.1	37.3	42.9
Malmuerta	31.3	31.0	43.9
Hiper	30.3	40.6	44.8
E.S. San Carlos	33.0	42.4	46.0

Apéndice 4.7

INVIERNO. TRAYECTO NE-SW. HUMEDAD RELATIVA. MAÑANA.

	21/1/1987	18/3/1987	4/3/1987	4/2/1987	11/3/1987
Club Asland	77.5	85.4	93.5	95.3	96.2
Hospital Militar	72.8	76.8	83.2	87.8	89.1
Pl. Corazón de María	73.9	78.9	83.0	90.7	90.5
Pl. S. Lorenzo	72.3	77.2	81.5	86.7	88.0
Pl. S. Andrés	74.9	74.7	83.9	87.5	87.0
Compás S. Francisco	74.5	77.3	85.7	90.4	87.9
I.B. Séneca	76.0	76.1	86.3	93.5	86.4
Parque Cruz Conde	79.9	83.5	90.6	94.6	86.5
Fac. Medicina	81.4	83.9	84.2	93.3	83.2
I.N.I.A.	80.0	80.7	88.1	94.8	86.0

317

Apéndice 4.8

INVIERNO. TRAYECTO NW-SE. HUMEDAD RELATIVA. MAÑANA.

	21/1/1987	18/3/1987	4/3/1987	4/2/1987	11/3/1987
Bda. Albaida	76.9	83.6	89.5	94.8	94.4
Bda. Moreras	73.9	75.5	83.2	91.5	91.4
Jardines Agricultura	73.3	82.0	86.6	94.5	91.7
Reja D. Gome	73.5	74.5	81.6	89.8	87.2
Buen Suceso	73.7	75.4	81.9	88.4	86.2
Pl. Magdalena	73.9	75.6	83.3	91.0	87.8
Pl. Hispanidad	73.4	79.3	88.2	93.0	91.5
Pl. Duque Ahumada	77.3	82.5	89.6	94.4	94.6
Av. Virgen del Mar	83.0	88.0	93.3	95.3	96.8

Apéndice 4.9

INVIERNO. TRAYECTO NE-SW. HUMEDAD RELATIVA. TARDE.

	4/3/1987	18/3/1987	21/1/1987	11/3/1987	4/2/1987
Club Asland	34.4	37.9	42.5	44.8	55.0
Hospital Militar	31.5	35.0	41.0	44.8	53.5
Pl. Corazón de María	34.0	35.2	40.5	46.6	52.0
Pl. de S. Lorenzo	32.0	34.0	40.6	47.4	55.3
Pl. de S. Andrés	35.0	32.5	41.1	44.5	51.0
Compás S. Francisco	33.5	33.1	40.5	47.0	52.0
I.B. Séneca	36.5	35.0	39.5	46.5	51.5
Parque Cruz Conde	36.0	35.5	42.0	46.0	51.9
Fac. Medicina	35.0	34.0	40.5	43.7	48.2
I.N.I.A.	37.0	38.0	42.8	48.0	54.0

Apéndice 4.10

INVIERNO. TRAYECTO NW-SE. HUMEDAD RELATIVA. TARDE.

	18/3/1987	4/3/1987	21/1/1987	11/3/1987	4/2/1987
Bda. Albaida	32.5	37.5	42.0	47.0	58.0
Bda. Moreras	39.0	40.0	40.0	48.0	57.0
Jardines Agricultura	39.6	38.5	41.0	48.0	57.9
Reja D. Gome	34.2	37.5	39.0	45.9	56.0
Buen Suceso	34.0	37.5	39.0	45.1	57.0
Pl. Magdalena	36.3	37.5	38.5	45.0	58.0
Pl. Hispanidad	37.9	37.0	40.8	46.5	56.0
Pl. Duque Ahumada	38.0	37.5	41.0	50.0	57.5
Av. Virgen del Mar	37.9	36.0	40.9	46.5	56.2

318

Apéndice 4.11

INVIERNO. TRAYECTO NE-SW. HUMEDAD RELATIVA. NOCHE.

	18/3/1987	11/3/1987	4/3/1987	4/2/1987
Club Asland	70.9	69.5	73.8	77.0
Hospital Militar	60.9	65.5	66.2	77.2
Pl. Corazón de María	55.8	65.6	66.9	75.3
Pl. S.Lorenzo	56.1	62.0	66.2	75.5
Pl. S.Andrés	55.8	63.5	63.9	74.8
Compás S.Francisco	57.5	64.8	68.9	71.2
I.B. Séneca	60.6	70.0	69.5	74.7
Parque Cruz Conde	63.7	73.4	71.5	78.9
Fac. Medicina	57.4	73.5	72.0	79.3
LN.L.A.	62.6	82.5	80.8	87.3

Apéndice 4.12

INVIERNO. TRAYECTO NW-SE. HUMEDAD RELATIVA. NOCHE.

	18/3/1987	4/3/1987	2/3/1987	4/2/1987
Bda. Albaida	61.2	60.5	69.0	81.0
Bda. Moreras	57.5	69.2	68.9	74.5
Jardines Agricultura	53.8	68.2	65.8	70.4
Reja D. Gome	53.0	63.3	64.0	73.5
Buen Suceso	52.6	63.6	64.1	71.0
Pl. Magdalena	53.0	62.2	62.7	75.1
Pl. Hispanidad	55.4	64.6	66.4	74.3
Pl. Duque Ahumada	58.2	67.2	70.7	70.0
Av. Virgen del Mar	62.0	70.8	73.0	73.3

Apéndice 4.13

PRIMAVERA. TRAYECTO NW-SE. HUMEDAD RELATIVA. MAÑANA.

	13/5/1993	1/4/1987	22/4/1992
Bda. Albaida	77.9	79.0	79.1
Bda. Moreras	66.2	66.9	71.8
Jardines Agricultura	68.4	71.1	80.2
Reja D.Gome	63.9	65.1	72.9
Buen Suceso	63.2	67.3	72.2
Pl. Magdalena	64.2	64.6	71.0
Pl. Hispanidad	73.3	70.2	74.5
Pl. Duque Ahumada	79.4	75.9	80.9
Av. Virgen del Mar	79.0	82.6	89.7

Apéndice 4.14

PRIMAVERA. TRAYECTO NE-SW. HUMEDAD RELATIVA. MAÑANA.

	1/4/1987	22/4/1992
Club Asland	84.5	81.7
Hospital Militar	69.5	73.2
Pl. Corazón de María	69.5	76.5
Pl. de S. Lorenzo	65.8	75.8
Pl. de S. Andrés	65.6	73.6
Compás S. Francisco	72.0	79.1
I.B. Séneca	73.6	76.3
Parque Cruz Conde	80.7	78.0
Fac. Medicina	78.8	77.6
I.N.L.A.	82.7	81.0

Apéndice 4.15

PRIMAVERA. TRAYECTO NW-SE. HUMEDAD RELATIVA. TARDE.

	1/4/1987	22/4/1992
Bda. Albaida	32.4	35.0
Bda. Moreras	32.8	33.6
Jardines Agricultura	31.2	35.0
Reja D.Gome	29.9	29.5
Buen Suceso	32.6	30.0
Pl. Magdalena	31.4	32.0
Pl. Hispanidad	32.8	33.5
Pl. Duque Ahumada	33.4	33.5
Av. Virgen del Mar	31.6	31.6

Apéndice 4.16

OTOÑO. TRAYECTO ESTE-OESTE. HUMEDAD RELATIVA. NOCHE.

		13/11/1993	20/11/1993
	Vaquería	100	100
	Westinghouse	97.2	100
	Meliá	91.1	96.4
	Malmuerta	76.9	88.3
	Hiper	100	100
	E.S. San Carlos	100	100

ANEXO 1
**VALORES MEDIO ANUALES DE CLIMA
 PARA EL VALLE**

Variable	Unidad	Medio Anual	Medio Mensual	Medio Semestral
Temperatura	°C	24.5	24.5	24.5
Humedad	%	78	78	78
Viento	km/h	15	15	15
Pluviómetro	mm	1500	1500	1500
Insolación	h	2500	2500	2500
Evaporación	mm	1800	1800	1800
Evapotranspiración	mm	1600	1600	1600
Deficiencia hídrica	mm	200	200	200

APÉNDICE 5

ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS

ANEXO 2
**ÍNDICE DE COMODIDAD Y VIENTO ESCALA DE WIND
 El índice de confort se obtiene al restar 10°C de
 temperatura ambiente a los valores de T_g.**

Índice	Temperatura	Humedad	Deficiencia hídrica
Índice de confort	24.5	78	200
Índice de viento	15	78	200
Índice de humedad	24.5	78	200
Índice de viento y humedad	15	78	200
Índice de viento y temperatura	15	24.5	200
Índice de viento y humedad y temperatura	15	78	200
Índice de viento y humedad y temperatura y deficiencia hídrica	15	78	200

Apéndice 5.1

**VALORES MEDIOS MENSUALES DE CÓRDOBA:
ÍNDICE DE SIPLE**

Mes	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/seg)	Índice de Siple (Kilocal. por m ² y hora)	
Enero	9,4	2,63	567,10	Relajante
Febrero	10,7	3,30	564,41	«
Marzo	12,9	3,38	514,56	«
Abril	15,4	3,55	458,65	«
Mayo	19,5	3,75	351,81	«
Junio	23,2	3,33	248,52	Hipotónico -1
Julio	26,8	3,05	154,13	«
Agosto	26,6	2,77	156,64	«
Septiembre	23,5	2,66	228,85	«
Octubre	18,3	2,63	353,24	Relajante
Noviembre	12,9	2,36	471,34	«
Diciembre	9,6	2,77	569,08	«
Media anual	17,5	3,01	384,10	«

323

Apéndice 5.2

**DÍA DE TEMPERATURA ELEVADA Y VIENTO ESCASO O NULO:
Día 14 de julio de 1981; se alcanzaron 40°C de
temperatura máxima a las 16'30 horas T.M.G.**

Horas	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/seg)	Índice de Siple
0,0	25,0	Calma	Hipotónico -2
0,3	22,0	«	«
0,6	18,8	«	Hipotónico -1
0,7	20,4	«	Hipotónico -2
0,9	28,4	«	«
12,0	34,2	«	Hipotónico -2
13,0	35,4	2 (NE)	«
15,0	38,2	Calma	«
18,0	38,0	8 (W)	«
21,0	29,0	4 (W)	Hipotónico -2
24,0	26,0	Calma	«

Apéndice 5.3

DÍA LLUVIOSO:
Día 28 de diciembre de 1981; se registraron 33'8 litros/m²

Horas	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/seg)	Índice de Siple
0,0	12,8	3 (SW)	Relajante
0,3	12,0	2 (SW)	«
0,6	14,4	3 (SW)	«
0,7	14,4	4 (SW)	«
0,9	14,4	3 (SW)	«
12,0	15,0	5 (SW)	«
13,0	10,4	4 (SW)	«
15,0	13,8	5 (SW)	«
18,0	12,2	7 (SW)	Hipertónico +1
21,0	10,4	6 (SW)	«
24,0	10,0	3 (SW)	Relajante

324

Apéndice 5.4

DÍA DE NIEBLA Y CALMA:
Día 1 de enero de 1982

Horas	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/seg)	Índice de Siple
0,0	8,8	Calma	Hipotónico -1
0,3	7,4	«	«
0,6	8,0	«	«
0,7	8,0	«	«
0,9	7,8	«	«
12,0	10,0	«	«
13,0	11,0	«	«
15,0	12,8	2 (SW)	Relajante
18,0	11,0	Calma	Hipotónico -1
21,0	8,4	«	«
24,0	7,4	«	«

Apéndice 5.5

DÍA DE TEMPERATURA BAJA:
Día 12 de enero de 1981; se alcanzaron -6'4°C
a las 7'30 horas TMG

Horas	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/seg)	Índice de Siple
0,0	2,0	Calma	Relajante
0,3	1,0	«	«
0,6	-4,6	«	«
0,7	-6,4	«	«
0,9	-4,6	«	«
12,0	5,0	4 (ENE)	Hipertónico +1
13,0	7,0	3 (ENE)	«
15,0	8,4	Calma	Hipotónico -1
18,0	7,0	«	«
21,0	5,4	2 (ENE)	Hipertónico +1
24,0	-0,4	Calma	Relajante

325

Apéndice 5.6

DÍA CON VIENTO FUERTE:
Día 30 de diciembre de 1981

Horas	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/seg)	Índice de Siple
0,0	14,4	5 (SW)	Relajante
0,3	15,2	7 (SW)	«
0,6	16,0	15 (SW)	«
0,7	16,6	14 (SW)	«
0,9	16,8	12 (SW)	«
12,0	14,0	12 (SW)	Hipertónico +1
13,0	14,4	10 (SW)	«
15,0	16,0	10 (SW)	Relajante
18,0	14,4	5 (SW)	«
21,0	13,0	5 (SW)	«
24,0	12,4	5 (SW)	«

Apéndice 5.7

DÍA DE CALIMA:
Día 18 de junio de 1981

Horas	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/seg)	Índice de Siple
0,0	26,4	3	Hipotónico -1
0,3	23,4	2	«
0,6	20,4	Calma	Hipotónico -2
0,7	22,6	1	Hipotónico -1
0,9	26,6	4	«
12,0	33,0	5	Hipotónico -2
13,0	34,6	5	«
15,0	37,0	7	«
18,0	32,0	6	Hipotónico -2
21,0	28,0	5	«
24,0	25,0	3	«

Apéndice 5.8

DÍA DE TEMPERATURA SUAVE:
Día 15 de abril de 1992

Horas	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/seg)	Índice de Siple
0,0	13,8	2 (W)	Relajante
0,3	12,4	Calma	Hipotónico -1
0,6	9,2	«	«
0,7	9,4	«	«
0,9	15,0	«	«
12,0	20,2	3 (WSW)	Relajante
13,0	22,4	5 (SW)	«
15,0	24,6	6 (NW)	Hipotónico -1
18,0	22,6	5 (NNW)	Relajante
21,0	17,0	Calma	Hipotónico -1
24,0	15,8	3 (WSW)	Relajante

Apéndice 5.9

**PODER DE REFRIGERACIÓN MEDIO MENSUAL
DE CÓRDOBA SEGÚN EL ÍNDICE DE L. HILL**

	Velocidad del viento (km/h)	Temperatura del Termómetro Húmedo (°C)	R
Enero	9,5	7,8	49,9
Febrero	11,9	8,7	57,9
Marzo	12,2	9,8	56,6
Abril	12,8	11,8	54,6
Mayo	13,5	14,6	50,4
Junio	12,0	17,5	39,7
Julio	11,4	19,5	34,3
Agosto	10,2	19,4	31,4
Septiembre	9,6	17,6	33,0
Octubre	9,5	14,3	38,6
Noviembre	8,5	10,1	42,1
Diciembre	10,0	7,5	51,9
Media Anual	10,9	13,2	45,2

El presente artículo tiene como objetivo principal el de analizar el comportamiento de la actividad económica en el período comprendido entre 1970 y 1979, así como el papel que ha desempeñado el sector público en el desarrollo de la economía española. Para ello se ha recurrido a un análisis de los datos estadísticos disponibles, así como a una serie de hipótesis que se han planteado al respecto. El estudio se divide en dos partes: la primera trata de describir el comportamiento de la actividad económica en el período mencionado, y la segunda trata de analizar el papel que ha desempeñado el sector público en el desarrollo de la economía española.

BIBLIOGRAFÍA SOBRE EL TEMA

AGUIRRE, J. (1979) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 17(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1980) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 18(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1981) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 19(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1982) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 20(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1983) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 21(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1984) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 22(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1985) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 23(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1986) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 24(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1987) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 25(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1988) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 26(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1989) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 27(1), 1-10.

AGUIRRE, J. (1990) El sector público en el desarrollo de la economía española. *Revista de Economía y Estadística*, 28(1), 1-10.

- (1986) *Introducción al diseño urbano. La calidad en la ciudad consolidada*. Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- (1991) «Adaptación bioclimática urbana» *Medio Ambiente en Andalucía. Informe* pp. 94-97.
- (1986) «La contaminación atmosférica producida por automóviles» *Mapfre seguridad*, nº 21, primer trimestre, pp. 14-19.
- (1973) «Seminario sobre protección de la Atmósfera urbana» *Ciudad y Territorio*. Vol. 2, pp. 99-103.
- (1993) *El clima urbano. Teledetección de la isla de calor en Madrid*. MOPT, Madrid.
- (1986) *Guía de la arquitectura popular en España*. Revista del MOPU, diciembre.
- AEDENAT (1993): *Arquitectura bioclimática. La construcción de viviendas aprovechando las condiciones ambientales particulares de cada región reduce las necesidades energéticas*. Abril.
- ALLABY, M. (1994): *La casa ecológica*. Mandala, Madrid.
- ALONSO, J. y MUÑOZ, J.: «Clima y confort climático en la región (Castilla La Mancha y Madrid)» *Paralelo 37º*. Monográfico dedicado a D. Manuel de Terán, pp. 33-58.
- AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTURE (1980): *La casa pasiva: clima y ahorro energético*. Vers. esp. H. Blume, Madrid, 1984.
- ANDERSON, S. (ed.) (1978): *On Streets*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press (*Calles. Problemas de estructura y diseño*. Barcelona, Gustavo Gili, 1981).
- ARROYO ILERA, F. y FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1992): «Consideraciones sobre la valoración educativa de la confortabilidad ambiental de la ciudad» *Boletín de la A.G.E.*, nº 14, pp. 67-84.
- ARROYO ILERA, F. y FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1991): *Aproximación al conocimiento del confort térmico urbano de Madrid*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- ASHBY, E. (1978): *Reconciliar al hombre con el ambiente*. H. Blume, Barcelona.

- ATKINSON, B.W. (1971): «The effect of urban area on the precipitation from a moving thunderstorm» *J. Appl. Meteorol.* 10, pp. 47-55.
- AYALA, F.J. (1990): «Los peligros naturales en las evaluaciones del impacto ambiental en obras civiles» *Boletín Geológico y Minero. I.I.G.E.*, Madrid, vol. 101, nº 6.
- BACHELARD, G. (1957): *La poétique de l'espace*. PF, París. Vers. esp. FCE, México (1965).
- BAGNOULS, F. y GAUSSEN, H. (1957): «Les climats biologiques et leur classification» *Annales de Géographie*, nº 355, Mayo-junio, pp. 193-220.
- BANHAM, R.; ARZOUARIAN, V. (1986): *Arquitecturas de adobe*. Gustavo Gili, México.
- BAPSERES, P. (1974): «Dispersion des polluants et microclimat» *Assoc Natl. Rech. Tech.* pp. 36-45.
- BARDOU, P. (1980): *Sol y arquitectura*. Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- BARRY, R.G. y CHORLEY, R.J. (1972): *Atmósfera, tiempo y clima*. Ediciones Omega, Barcelona.
- BENAYAS DEL ÁLAMO, J. (1992): *Paisaje y Educación Ambiental. Evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno*. MOPT, Madrid.
- BESANCENOT, J.P. (1981): «Bioclimatologie humaine estivale et conception de l'habitat dans la Péninsule Ibérique» *Eaux et climats. Mélanges géographiques offerts en hommage à Charles-Pierre Peguy*. Grenoble, C.N.R.S., pp. 97-108.
- BESANCENOT, J.P. (1990): *Climat et tourisme*. Masson, París.
- BLANCO DE PABLOS, A. (Coord.) (1988): *Avances sobre la investigación en bioclimatología*. CSIC, Madrid.
- BOOKCHIN, M. (1974): *Los límites de la ciudad*. Vers. esp. José Corral, H. Blume, Madrid, 1978.
- BOSQUE MAUREL, J. (1993-1994): «La ciudad habitable. Utopía o realidad» *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, nº22-23, pp. 7-16.
- BOWNE, N.E. y BALL, J.T. (1970): «Observational comparison of rural and urban boundary layer turbulence» *J. Appl. Meteorol.* 9, pp. 862.
- BOYDEN, S. (1979): *An Integrative ecological approach to the study of human settlements*. MAB Technical Notes, nº 12, vers. esp. (1981). UNESCO, París.
- BOYDEN, S. (1980): «Ecological study of human settlements» *Natural and Resources*. Vol 16.
- CALDERON BALANZATEGUI, E.J. (1981): «La estética del paisaje urbano y su consideración dentro de los informes de impacto ambiental» *Estudios Territoriales*. 3, pp. 153-166.
- CAPEL MOLINA, J.J. (1977): «Insolación y nubosidad en la España peninsular y Baleares» *Paralelo 37º*, nº1, págs. 9-24.

- CARRILLO DE ALBORNOZ, J. (1973): «Los espacios verdes públicos» *Ciudad y Territorio*. Vol. 1, pp. 46-54.
- CLAVERO, P.L. (1990): La estabilidad atmosférica como factor de contaminación del aire: «otoño de 1985 en Barcelona» *Revista de Geografía*. Vol. XXIV. Barcelona, pp. 17-26.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1987): *Política europea del medio ambiente*. Comunidad Europea, Bruselas.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1990): *Libro verde sobre el medio ambiente urbano*. Bruselas.
- CONDE DUQUE, C. (1976): «El papel de la ordenación territorial y la planificación urbana en la defensa del medio ambiente» *Ciudad y Territorio*. Vol. 4, pp. 48-52.
- CORNOLDI, A. y LOS, S. (1982): *Hábitat y energía*. Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- CORRALIZA RODRÍGUEZ, J.A. (Coord.) (1971): *Ciudad y calidad de vida*. Madrid.
- CUBILLO HERGUERA, L. (1982): *Diseño y optimización funcional de las zonas verdes urbanas*. Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- CULLEN, G. (1981): *El paisaje urbano. Tratado de estética urbanística*. Blume, Barcelona.
- CHANDLER, T.J. (1965): *The climate of London*. Hutchinson, Londres.
- CHANDLER, T.J. (1970): «Urban climates» *World Meteorological Organization*. Ginebra.
- CHAVES, R. (1973): «Espacios libres y zonas verdes. Encuesta sobre la situación actual en España» *Ciudad y Territorio*. Vol. 1, pp. 37-45.
- DAJOZ, R. (1974): *Tratado de Ecología*, Edit. Mundi Prensa, Madrid.
- DAROCA, F.: «¿La arquitectura que Córdoba desea?. Crónica de un decenio 1982-1992» *Geometría*, pp. 16-26.
- DAUPHINE, A. (1981): «Climatologie et études d'impact» *Eaux et climats. Mélanges offerts en hommage à Charles-Pierre Peguy*. Grenoble, C.N.R.S., pp. 157-163.
- DELEAGE, J.P. (1991): *Histoire de l'Ecologie. Une science de l'homme et de la nature*. La Découverte, París.
- DELGADO CABEZA, M. y MORILLAS RAYA, A. (1991): *Metodología para la incorporación del medio ambiente en la planificación económica*. Sevilla.
- DETTWILLER, J. y CHANGNON, S.A. (1976): «Possible urban effects on maximum daily rainfall at Paris, St-Louis and Chicago» *J. Appl. Meteorol.* 15, pp. 517-519.
- DETTWILLER, J. (1970): «Incidence possible de l'activité industrielle sur les précipitations à Paris» *O.M.M. Tech. Note*, 108, pp. 361-362.
- DÍAZ, G. y RECASENS, Y. (1992): *Recurrencia y herencia del patio en el movimiento moderno*. Junta de Andalucía, Universidad de Sevilla, Sevilla.

- DOMÍNGUEZ BASCÓN, P. (1982): «Aportación al estudio del microclima urbano de Córdoba» *Omeya*. Excma. Diputación Provincial de Córdoba, nº 27-28.
- DOMÍNGUEZ BASCÓN, P. (1982): Análisis del viento en Córdoba. *Axerquía*, nº 5, págs. 209-240.
- DOMÍNGUEZ BASCÓN, P. (1984): «Factores explicativos de las variaciones de temperatura del clima de Córdoba» *Axerquía*, nº 10. Excma. Diputación Provincial de Córdoba, Córdoba, junio, pp. 39-70.
- DOMÍNGUEZ BASCÓN, P. (1982): «Termometría de Córdoba (1914- 1979)» *Axerquía*, nº 4, pp. 81-100.
- DONN, W.L. (1978): *Meteorología*. Edit. Reverté S.A. Barcelona, p. 67.
- ELSOM, D. (1990): *La contaminación atmosférica*. Cátedra, Madrid.
- ENEL, F. (1986): «Les inegalites ecologiques dans la ville» *Estudios sobre espacios urbanos*. Madrid, pp.105-116.
- ESCOURROU, G. (1986): «Le climat de l'agglomération parisienne» *L'information Géographique*, 50, pp. 96-102.
- ESCOURROU, G. (1977): «Le climat urbain» *Images du Val de Marne*. 20, pp. 7-26.
- ESCOURROU, G. (1981): *Climat et environnement. Les facteurs locaux du climat*. Masson, París.
- ESCOURROU, G. (1978): *Climatologie pratique*. Masson, París.
- FARIÑA TOJO, J. (1990): *Clima, territorio y urbanismo*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F.(1995): *Manual de climatología aplicada. Clima, medioambiente y planificación*. Editorial Síntesis. Madrid.
- FONT TULLOT, I. (1957): «Períodos fríos en la Península Ibérica» *Revista de Geofísica*, nº 61, XIII, pp. 59.
- FONT TULLOT, I. (1991): *El hombre y su ambiente atmosférico*. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- FONTAN, J.; DRUILHET, A. y CAUTENET, G. (1971): «Surveillance de la stabilité verticale dans un site urbain» *Pollut. Atmosferique*. 71, pp. 231-240.
- GANDEMER, J. y GUYOT, A. (1976): *Integration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti (Guide méthodologique et conseils pratiques)*. Secret. Gener. Villes Nouvelles, París.
- GARCÍA DE PEDRAZA, I. y CASTILLO REQUENA, J.M. (1981): «Influencia de la configuración topográfica de la Península Ibérica en sus caracteres meteorológicos y climáticos» *Paralelo 37º*, nº 5, págs. 31-42.
- GARCÍA MENÉNDEZ, B. (1980): «Hombre y clima. Coherencia agrícola» *Tempero*. Zaragoza, pp. 21-23.
- GARCÍA VERDUGO, F.R. (1992): *Córdoba: burguesía y urbanismo. Producción y propiedad del suelo: el sector de Gran Capitán, 1859-1936*. Gerencia de Urbanismo, Ayuntamiento de Córdoba, Córdoba.

- GARMENDIA IRAUNDEGUI, J. (1974): «Determinación del bienestar climático humano. Aplicación a España» *Real Academia de Medicina de Salamanca*. Salamanca.
- GARREC, J.P. (1993): «Evolution de la pollution atmosphérique en France. De la pollution locale à la pollution globale» *Annales de Géographie*, n° 572, pp. 359-365.
- GAVIRIA, M. (1976): *Ecologismo y ordenación del territorio en España*. Cuadernos para el Diálogo, Madrid.
- GEORGE, P. (1972): *El medio ambiente*. Barcelona, Oikos-Tau, S.A.
- GIVONI, B. (1978): *L'homme, l'architecture et le climat*. Éditeur Moniteur, París.
- GOIKOETXEA LÓPEZ, I. (1991): «El medio ambiente urbano en Donostia. Observaciones sobre la «isla de calor» generada en el medio urbano» *BIBLID*, pp. 143-162.
- GOLDFINGER, M. (1969): *Village in the sun: Mediterranean Community Architecture*. University Press, Cambridge, Mass.
- GÓMEZ, D.E. (1992): *Ciudades saludables*. Xunta de Galicia, Lugo.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1963): «La radiación solar y la temperatura en bioclimatología» *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. 61, pp. 230-322.
- GONZÁLEZ PAZ, J. (1982): «Efectos del transporte sobre el medio ambiente y la calidad de vida» *Estudios Territoriales*, 8, pp. 157-172.
- GONZÁLEZ TAMARIT, L.; RODRÍGUEZ VILLASANTE, T. (1982): *Hacia una ciudad habitable*. Miraguano, Madrid.
- GORDON, D. (1990): *Green Cities. Ecologically Sound Approaches to Urban space*. Black Rose Publications, Montreal.
- GREY, G.W.; DENEKE, F.J. (1986): *Urban Forestry*. New York, John Wiley and Sons.
- GUYOT, A.; IZARD, J.L. (1983): *Arquitectura Bioclimática*. Gustavo Gili, México D.F.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F. (1941): «Las regiones climatológicas naturales de España en relación con la construcción rural» *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. XXXIX, Madrid, pp. 47-65.
- HILLIER, B.; HANSON, J. (1984): *The social logic of space*. Cambridge University Press.
- HUFTY, A. (1984): *Introducción a la climatología*. Ariel, Barcelona.
- INRA (1979): *La forêt et la ville. Essai sur la forêt dans l'environnement urbain et industriel*. Editions SEI, CNRA, Versailles.
- IZARD, J.L. y GUYOT, A. (1980): *Arquitectura bioclimática*. Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- JOHNSON, W. (1995): «Keeping Cool» *Aramco World*. Vol 46, n° 3, Aramco Services Company, Houston, Texas, USA. pp. 10-17.
- KONYA, A. (1981): *Diseño en climas cálidos*. H. Blume, Madrid.

- KRIER, L. (1993): «La civilización ante el reto de una nueva ciudad» *Medi Ambient. Tecnologia i Cultura*, 5, Dep. de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- LANDSBERG, H.E. (1981): *The urban climate*. Academic Press, New York.
- LANDSBERG, H.E. (1976): *Weather, climate and human settlements*. O.M.N.
- LANGE, G. (1955): «La calima o nubes de polvo del verano español» *Estudios Geográficos*, nº 64, pp. 583-590.
- LAURIE, I.C. (ed.) (1979): *Nature in Cities. The Natural Environment in the Design and Development of Urban Green Space*. Chichester, John Wiley & Sons.
- LECOMTE, J. (1986): «La nature et les espaces urbains» *Estudios sobre espacios urbanos*. Madrid, pp. 149-155.
- LEFEBVRE, H. (1966): *El derecho a la ciudad*. Vers. esp. Península, Barcelona.
- LISO PUENTE, M. (1959): «Aclimatación y confort» *Tempero*. Zaragoza, pp. 17-21.
- LISO PUENTE, M. (1967): «La meteorología y el hombre» *Las Ciencias*, XXXII.
- LÓPEZ BARRIOS, I. (1990): Contaminación y comportamiento humano. *La conservación del entorno. Programa de intervención en psicología ambiental*. Junta de Andalucía. Agencia de Medio Ambiente, pp. 13-32.
- LÓPEZ BONILLO, D. (1994): *El medio ambiente*. Cátedra. Madrid.
- LÓPEZ CANDEIRA, J.A. (1980): *La escena urbana. Análisis y evaluación*. Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- LÓPEZ DE ASIAIN, J. (1982): *Arquitectura, energía y medio ambiente*. ETSAS, Sevilla.
- LÓPEZ DE LUCIO, R. (1993): *Ciudad y urbanismo a finales del siglo XX*. Universitat de Valencia, Valencia.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1985): El clima de las ciudades. *Arbor*, 474, pp. 13-32.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (Coord.) (1993): *El clima de las ciudades españolas*. Cátedra, Madrid.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (Director) (1988): *El clima urbano de Madrid: la isla de calor*. Instituto de Economía y Geografía Aplicadas. C.S.I.C.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. y FERNÁNDEZ GARCÍA, F.: «La contaminación atmosférica. Distribución espacial y variaciones estacionales» *Madrid. Estudios de Geografía Urbana*. Madrid, Instituto Juan Elcano (C.S.I.C.), pp. 71-100.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1962): «El clima de Madrid» *Plan General de Ordenación Urbana*. Madrid, Ministerio de la Vivienda, I, pp. 68-90.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1975): «Inversión de temperatura entre Madrid y la Sierra de Guadarrama con advección cálida superior» *Estudios Geográficos*, nº 138-139, pp. 567-604.
- LÓPEZ ONTIVEROS, A. (1991): *La imagen geográfica de Córdoba en la literatura viajero*. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba. Cajasur. Córdoba.

- LÓPEZ-VERA, F.; CASTRO MORCILLO, J. de y LÓPEZ LILLO, A. (1993): *Memorias de las jornadas técnicas sobre uso del agua en las áreas verdes urbanas*. Canal de Isabel II. Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.
- LÓRENTE, J.M. (1948): «El bienestar climático de España» en S.M.N., *Calendario Meteorofenológico*. Madrid, pp. 133-141.
- LOWRY, W.: «El clima de las ciudades» *El hombre y la ecosfera*. Barcelona, Scientific American-Blume, pp. 202-210.
- MARÍN, M. (1990): «Normalidad y anomalía en la investigación climatológica actual» *Revista de Geografía*. Vol. XXIV, Barcelona, pp. 35-41.
- MARTÍN LÓPEZ, C. (1990): *Córdoba en el siglo XIX. Modernización de una trama histórica*. Gerencia de Urbanismo, Ayuntamiento de Córdoba, Córdoba.
- MARTÍN VIDE, J. (1990): «La percepción del clima en las ciudades» *Revista de Geografía*, vol. XXIV, Barcelona, pp. 27-33.
- MARTÍNEZ ALIER, J. (1992): *De la economía ecológica al ecologismo popular*. ICARIA, Barcelona.
- MARTÍNEZ ALIER, J.; SCHLÜDMANN, K. (1988): *La ecología y la economía*. Fondo de Cultura Económica, México.
- MARTÍNEZ CAMARERO, C. (1992): *La incidencia ambiental de la política de transporte*. AEDENAT, Málaga.
- MARTÍNEZ SARANDESES, J.; MEDINA MURO, M. y HERRERO MOLINA, M.A. (1992): *Árboles en la ciudad. Fundamentos de una política ambiental basada en el arbolado urbano*. M.O.P.T., Madrid.
- MARTÍNEZ SARANDESES, J.; HERRERO MOLINA, M.A. y MEDINA MURO, M. (1990): *Espacios públicos urbanos. Trazado, urbanización y mantenimiento*. MOPU, Madrid.
- MAS CANDELA, J. (1991): *El olivo como árbol ornamental*. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- MATEOS PACHECO, A.; SANZ ALDUAN, A. (1984): *La calle. Diseño para peatones y ciclistas*. Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- MAUNDER, W.J. (1990): *El impacto humano sobre el clima*. Arias Montano Editores, S.L., Madrid.
- MAZRIA, E. (1983): *El libro de la energía solar pasiva*. Gustavo Gili, S.A., México.
- MELLA MÁRQUEZ, J.M. (1992): *Transporte y medio ambiente*. MOPT, Madrid.
- MIESS, M. (1979): The climate of cities. In Laurie, I.C. (ed.): *Nature in cities*. pp. 91-114.
- MILJÖ OCH NATURRESURSDEPARTEMENTET (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE SUECIA) (1992): *Eco-Cycles. The Basis of Sustainable Urban Development*. SOU, Stockholm.
- MOLLET, A. (1986): «Qualité de l'habitat et appropriation de l'espace» *Estudios sobre los espacios urbanos*. Madrid, pp. 217-227.

- MOPU: *Naturaleza en las ciudades*. Madrid, 1989. Versión en castellano de los trabajos de H. Sukopp y P. Werner Nature in (Estrasburgo, 1982) y Development of flora and fauna in urban areas (Estrasburgo, 1987), publicados por el Comité Europeo para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales en la colección *Nature and environment series*. n.º 28 y 36.
- MORENO GARCÍA, M.ª C. (1993): *Estudio del clima urbano de Barcelona: la «isla de calor»*. Barcelona.
- MURET, J.P.; ALLAIN, Y.M. y SABRIE, M.L. (1987): *Les espaces urbains. Concevoir, realiser, gerer*. París, Editions du Moniteur.
- NAREDO, J.M.; FRÍAS, J. (1988): «El crecimiento de la ciudad y el medio ambiente» *Las grandes ciudades: Debates y propuestas*. Economistas Libros, Madrid.
- OCDE (1990): *Environmental policies for cities in the 1990's*. OCDE, París.
- OKE, T.R. (1974): *Review of Urban Climatology-1973*. Secretariat of the World Meteorological Organization, Ginebra.
- OKE, T.R. (1978): *Boundary layer climates*. Methuen, Londres, 393 pp.
- OKE, T.R.; HANNELL, F.G. (1970): «The form of the urban heat island in Hamilton, Canada» *WMO, Urban climates*. pp. 113-126.
- OMM (1972): «Meteorología y medio ambiente» *Boletín de la O.M.M.* XXI. Ginebra, julio de pp. 204-207.
- ORTOLANO, L. (1984): *Environmental Planning and Decision making*. Stanford University, John Wiley & Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore.
- PALOMARES CASADO, M. (1988): *Aspectos humanos y sociales en meteorología y climatología*. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- PANERAI, P.; DEPAULE, J.Ch; DEMORGON, M.; VEYRENCHE, M. (1980): *Eléments d'analyse urbaine*. Bruxelles, Editions Archives D'Architecture Moderne.
- PARRA, F. (1982): «El árbol en la ciudad. Ecología del árbol del medio urbano» *Ciudad y Territorio*, n.º 52, vol. 2, pp. 29-33.
- PARRA, F. (1984): *Diccionario de ecología, ecologismo y medio ambiente*. Alianza Editorial, Madrid.
- PARRA, F. (1985): *El naturalista en la ciudad*. Editorial Tecnos, Madrid.
- PEDELABORDE, P. (1970): *Introduction à l'étude scientifique du climat*. Société d'édition d'enseignement supérieur, París.
- PERLOFF, H.S. (Editor) (1973): *La calidad del medio ambiente urbano*. Oikos-Tau, S.A., Barcelona.
- PESCI, R. (1982): «La reconciliación de la arquitectura y el ambiente» *Ciudad y Territorio*, n.º 52, vol. 2, pp. 23-28.
- PUIGSERVER, M. (1979): «Atmósfera y contaminación atmosférica» *Investigación y Ciencia*. n.º 37, pp. 104-117.

- PUIGDEFABREGAS TOMAS, J. (1970): «Características de las inversión térmica en el extremo oriental de la depresión interior altoaragonesa» *Pirineos*. 96, Jaca, pp. 21-50.
- RAPOPORT, A. (1977): *Human Aspects of Urban Form. Towards a Man-Environment Approach to Urban Form and Design*. Oxford, Pergamon Press.
- REYNOLDS, J.S. (1995): «Spanish Courtyards: High Mass Cooling in Hot Weather» *American Solar Energy Society*. University of Oregon, USA.
- RODRÍGUEZ, C.; MATEOS, J. y GARMENDIA, J. (1984): «Estudio y determinación del enfriamiento bioclimático» *Avances sobre la investigación en Bioclimatología*. C.S.I.C., Universidad de Salamanca, pp. 397-408.
- RODRÍGUEZ, C.; MATEOS, J. y GARMENDIA, J. (1983): Sensación bioclimática: «influencia del viento» *Revista de Geofísica*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Volumen 39, nº 1, pp. 89-95.
- RODRÍGUEZ AVIAL, L. (1982): *Zonas verdes y espacios libres en la ciudad*. Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local.
- ROTH, G.D. (1979): *Meteorología. Una guía práctica para el excursionista, el agricultor y el navegante*. Ediciones Omega, Barcelona.
- ROUGERIE, G. (1990): *Les montagnes dans la biosphère*. Armand Colin, París, pp. 10.
- RUBLOWSKY, J. (1967): *Nature in the city*. Basic Book, New York-London.
- RUEDA, S. (1993): «Ecología urbana y planificación de la ciudad» *Medi Ambient. Tecnologia i Cultura*. 5 abril 1993. Dpt. de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya.
- RUIZ FERNÁNDEZ, D. (1974): *Meteorología turística*. S.M.N., Madrid.
- SABLET, de M. (1988): *Des espaces urbains agréables à vivre. Places, rues, squares et jardins*. Editions du Moniteur, París.
- SALINAS, I. y CÉSAR, M. de (1993): *Los árboles de Córdoba*. Publicaciones del Excmo. Ayuntamiento de Córdoba, Córdoba.
- SALINAS, M. y CÉSAR, M. de (1990): *Parques y jardines cordobeses*. Córdoba.
- SALLE, X. de la (1982): *Espaces de jeux. Espace de vie*. Paris, Dunod Bordas.
- SALVO, A.E. y GARCÍA-VERDUGO, J.C. (Editores) (1993): *Naturaleza urbanizada. Estudios sobre el verde en la ciudad*. Universidad de Málaga, Málaga.
- SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, J. (1965): «Psicrometría del verano español» *Revista de Geofísica*, año XXIV, nº 94, Madrid, pp. 153-167.
- SCHNEIDER, G. et al. (1986): *L'état de l'environnement dans la Communauté Européenne*. Commission des Communautés Européennes.
- SEOANEZ CALVO, M.; AGUILAR ESPONDA, B. y TORTOLERO GARGIA, C. (1981): «Acciones y tecnologías para la defensa y restauración del medio natural. Defensa de la calidad del aire mediante el empleo de masas vegetales» *Tratado del Medio Natural*. Universidad Politécnica de Madrid, CEOTMA, INIA, ICONA, Tomo III, pp. 13-38.

- SERRA, R. (1989): *Clima, lugar y arquitectura. Manual de diseño bioclimático*. Ciemat, Ministerio de Industria y Energía.
- SMN (1961): «Influjo del tiempo atmosférico en la vida española» *Calendario Meteorofenológico*. Madrid, pp. 142-150.
- SORRE, M. (1967): *El hombre en la tierra*. Labor, S.A., Barcelona.
- STEADMAN, P. (1978): *Energía y medio, medio ambiente y edificación*. Vers. esp. H. Blume, Madrid.
- SUKOPP, H.; WERNER, P. (1982): *La naturaleza en las ciudades*. Vers. esp. Monografías de la S.E. para las Políticas del Agua y del Medio Ambiente. MOPT (1991).
- TAMAMES, R. (1977): *Ecología y desarrollo*. Alianza Universidad, Madrid.
- TANDY, C. (ed.) (1970): *Handbook of Urban Landscape*. London, The Architectural Press (*Manual de paisaje urbano*. Madrid, H. Blume, 1976).
- TERAN TROYANO, F. de (1962-63): «La ciudad y el viento. Estudio del problema del viento en relación con la disposición de los núcleos urbanos». *Arquitectura*. n° 48, 49 y 50, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid.
- TERAN TROYANO, F. de (1969): «Evolución del planeamiento en los núcleos urbanos nuevos». *Ciudad y Territorio* n°1, pp. 13-23.
- THOREZ, J.P. (1989): «Les microclimats» *Les Quatre Saisons du Jardinage*, n° 24, pp. 53-57.
- URTEAGA GONZÁLEZ, J.L. (1984): «Historia de las ideas medioambientales en la Geografía española» *Geografía y Medio Ambiente*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. MOPU, Madrid, pp. 21-43.
- USLE ÁLVAREZ, J. (1971): *Clima y urbanismo. El clima en el diseño y en el planeamiento urbano*. Dpto. Publicaciones de Alumnos de la E.T.S. Arquitectura, Madrid.
- VALCÁRCEL-RESALT, G.; TROITIÑO VINUESA, M.A. y ESTEBAN CAVA, L. (1993): *Desarrollo local, turismo y medio ambiente*. Excma. Diputación Provincial de Cuenca, Cuenca.
- VALENTE, J.A.: «El reino milenario» en Babelia de *El País*. 14 de octubre de 1995. p. 2.
- VALENZUELA RUBIO, M. (1984): «El medio ambiente urbano: su conceptualización y problemática desde la óptica geográfica» *Geografía y Medio Ambiente*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid, pp. 275-307.
- VASTARDIS, P.Th. (1982): «Le confort thermique: le climat et le corps humain» *Impact: science et société*. Vol. 32, n° 3, pp. 326-334.
- YÁÑEZ, G. (1988): *Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimáticos e iluminación natural*. Monografías de la D.G. para la Vivienda y Arquitectura, MOPU.
- YOLDI ENRÍQUEZ, L. (1990): *Entorno y paisaje de una ciudad histórica: Segovia. Caminos para su conservación*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Secretaría General de Medio Ambiente, Madrid.
- ZANELLA, G. (1976): «Il clima urbano di Parma» *Revista di meteorologia aeronautica*. V. XXXVI, n° 2, pp. 125-146.

ÍNDICE DE MAPAS, PLANOS Y FIGURAS

Fig. 1: Régimen térmico interanual (1953-1994).	26	341
Fig. 2.1 a 2.12: Frecuencia mensual de la velocidad del viento.	31	
Figs. 3.1 a 3.4: Evolución del régimen pluviométrico interanual en Córdoba (1902-1994).	44	
Fig. 4: Marcha de la evaporación y precipitación media diaria en Córdoba (1950-1983)	49	
Figs. 5.1 a 5.3: Gradiente térmico vertical. 13 de enero de 1986 (mañana-tarde-noche).	62	
Figs. 6.1 a 6.3: Gradiente térmico vertical. 3 de marzo de 1987 (mañana-tarde-noche).	64	
Figs. 7.1 a 7.3: Gradiente térmico vertical. 19 de mayo de 1987 (mañana-tarde-noche).	66	
Figs. 8.1 a 8.3: Gradiente térmico vertical. 21 de abril de 1994 (mañana-tarde-noche).	68	
Figs. 9.1 a 9.3: Gradiente térmico vertical. 26 de junio de 1986 (mañana-tarde-noche).	70	
Figs. 10.1 a 10.3: Gradiente térmico vertical. 8 de julio de 1994 (mañana-tarde-noche).	72	
Figs. 11.1 a 11.12: Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas). Enero-Diciembre.	80	
Mapa 1: Área urbana de Córdoba. Itinerarios: N-S (Mirador- Cortijo El Progreso); E-W (Alcolea de Córdoba- Golondrina); NE-SW (Asland-INIA); NW-SE (Albaida-Avda. Virgen del Mar).	93	
Figs. 12.1 a 12.4: Intensidad de la isla de calor de Córdoba (%). Primavera-Otoño-Verano-Invierno.	98	
Figs. 13.1 a 13.4: Isla de calor diurna (Mañana). Invierno- Verano-Otoño-Primavera. Trayectos W-E; NE-SW; NW-SE y N-S.	105	

Figs. 14.1 a 14.4: Isla de calor diurna (Tarde). Invierno- Verano-Otoño-Primavera. Trayectos W-E; NE-SW; NW-SE y N-S.	109
Figs. 15.1 a 15.4: Isla de calor nocturna. Invierno-Verano-Otoño-Primavera. Trayectos W-E; NE-SW; NW-SE y N-S.	112
Figs. 16.1 a 16.3: Isla de calor. Mapas de isoterma. 4 de marzo de 1987. Mañana-Tarde-Noche.	117
Figs. 17.1 a 17.3: Isla de calor. Mapas de isoterma. 14 de enero de 1986. Mañana-Tarde-Noche.	120
Figs. 18.1 a 18.3: Isla de calor. Mapas de isoterma. 7 de agosto de 1994. Mañana-Tarde-Noche.	122
Figs. 19.1 a 19.3: Isla de calor. Mapas de isoterma. 7 de julio de 1995. Mañana-Tarde-Noche.	124
Figs. 20.1 a 20.3: Isla de calor. Mapas de isoterma. 4 de abril de 1994. Mañana-Tarde-Noche.	127
Figs. 21.1 a 21.3: Isla de calor. Mapas de isoterma. 5 de mayo de 1987. Mañana-Tarde-Noche.	130
Figs. 22.1 a 22.3: Isla de calor. Mapas de isoterma. 19 de noviembre de 1992. Mañana-Tarde-Noche.	132
Figs. 23.1 a 23.3: Isla de calor. Mapas de isoterma. 22 de abril de 1987. Mañana-Tarde-Noche.	135
Fig. 24: Variación anual del ángulo de incidencia de los rayos solares en Córdoba.	145
Fig. 25: Temperatura máxima alcanzada en Córdoba en distintos tipos de materiales. 2 de agosto de 1995.	146
Fig. 26: Temperatura mínima alcanzada en Córdoba en distintos tipos de materiales. 2 de agosto de 1995.	147
Fig. 27: Oscilación de la temperatura registrada en Córdoba en distintos tipos de materiales. 2 de agosto de 1995.	148
Fig. 28: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en albero expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	153
Fig. 29: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en asfalto expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	153
Fig. 30: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en baldosa de cemento expuesta al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	154
Fig. 31: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en caliza expuesta al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	154
Fig. 32: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en césped expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	155
Fig. 33: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en empedrado con cemento expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	155
Fig. 34: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en empedrado con tierra expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	156

Fig. 35: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en granito expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	156
Fig. 36: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en ladrillo expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	157
Fig. 37: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en terrazo rojo expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	157
Fig. 38: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en mármol blanco expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	158
Fig. 39: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en mármol negro expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	158
Fig. 40: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en muro de arenisca expuesto al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	159
Fig. 41: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en pared encajada expuesta al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	159
Fig. 42: Evolución de la temperatura alcanzada en Córdoba en tierra expuesta al sol y a la sombra. 2 de agosto de 1995.	160
Fig. 43: Relación meteorología-contaminación durante una niebla en un valle.	165
Figs. 44.1 a 44.4: Humedad relativa. Verano-Invierno-Primavera-Otoño. Trayectos N-S; E-W; NE-SW y NW-SE.	167
Fig. 45: Distribución espacial del régimen pluviométrico en Córdoba (en %). Período 1988-1995.	172
Fig. 46: Evolución del régimen pluviométrico en cuatro observatorios: La Colecilla (Valle del Guadalquivir) - Bda. de El Brillante (piedemonte de la sierra) - San Hipólito (Ciudad) - La Caballera (Sierra).	173
Fig. 47: Evolución comparada del régimen pluviométrico en el año 1988 en tres observatorios distintos: San Hipólito (Centro urbano) - La Caballera (Sierra) - Aeropuerto (Periferia oeste).	173
Fig. 48: Evolución comparada del régimen pluviométrico en el año 1991 en tres observatorios distintos: San Hipólito (Centro urbano) - La Caballera (Sierra) - Aeropuerto (Periferia oeste).	174
Fig. 49: Evolución comparada del régimen pluviométrico en el año 1992 en tres observatorios distintos: San Hipólito (Centro urbano) - La Caballera (Sierra) - Aeropuerto (Periferia oeste).	174
Fig. 50: Casa unifamiliar de una planta en Santa María de Trassierra. 8 de agosto de 1993.	190
Fig. 51: Casa unifamiliar de una planta en Fray Albino. 9 de agosto de 1993.	190
Fig. 52: Casa unifamiliar de una planta en el Campo de la Verdad. 12 de diciembre de 1992.	191
Fig. 53: Casa unifamiliar de una planta en El Brillante. 26 de enero de 1992.	191
Figs. 54.1 a 54.3: Colegio de Santa Victoria (Siglo XVIII). Ritmo térmico interior (6 de julio de 1993).	195

Figs. 55.1 a 55.3: Bloque de pisos en Avenida del Corregidor. Ritmo térmico interior (23 de julio de 1993).	197
Fig. 56: Ritmo térmico interior de una vivienda en Avda. de América (5ª planta). Verano (31 de julio de 1995).	199
Fig. 57: Ritmo térmico interior de dos viviendas en función de la orientación. Avda. de Granada. Verano (4 de agosto de 1993) e invierno (9 de Diciembre de 1992).	200
Fig. 58: Gradiente térmico interior/externo de una vivienda unifamiliar de dos plantas y patio. Verano.	206
Fig. 59: Casa unifamiliar de dos plantas en San Basilio. 28 de julio de 1993.	208
Fig. 60: Casa de vecinos con dos plantas en San Agustín. 13 de agosto de 1993.	208
Fig. 61: Casa unifamiliar de una sola planta en El Brillante. 18 de julio de 1993.	209
Fig. 62: Casa unifamiliar de dos plantas en San Basilio. 5 de marzo de 1993.	210
Fig. 63: Casa unifamiliar de dos plantas en el centro de la ciudad (C/ M. Pelayo). 14 de enero de 1993.	210
Fig. 64: Casa unifamiliar de dos plantas en la Judería. 20 de enero de 1993.	211
Fig. 65: Casa unifamiliar de nueva construcción con dos plantas en Miralbaida. 24 de enero de 1993.	211
Fig. 66: Refrescamiento del aire en un patio interior de un bloque de viviendas.	213
Fig. 67: Vivienda colectiva. Piso bajo en edificio de 6 plantas (C/ Marco Redondo). 21 de agosto de 1993.	215
Fig. 68: Vivienda colectiva. Piso intermedio (3ª) en edificio de 4 plantas (Bda. de Lepanto). 14 de agosto de 1993.	215
Fig. 69: Vivienda colectiva. Piso superior en edificio de 4 plantas (Parque Cruz Conde). 8 de agosto de 1994.	216
Fig. 70: Clíograma de Taylor.	226
Fig. 71: Clíograma de Schmid.	226
Figs. 72 a 74: Stress climático cutáneo-Córdoba. Índice de Siple.	228
Fig. 75: Carta bioclimática de Olgvay.	234
Fig. 76: Carta para edificios de Givoni (Estacional).	236
Fig. 77: Carta para edificios de Givoni (Mensual).	237
Fig. 78: Carta para edificios de Givoni (Zona Sierra).	238
Fig. 79: Carta para edificios de Givoni (Bda. Brillante).	239
Fig. 80: Carta para edificios de Givoni (Centro ciudad).	239
Fig. 81: Carta para edificios de Givoni (Periferia rural sur).	240

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Insolación media mensual.	25	345
Cuadro 2: Fechas teóricas de entrada y salida y duración aproximada de las estaciones.	27	
Cuadro 3: Frecuencia media estacional de las direcciones del viento.	30	
Cuadro 4: Número medio de días despejados, nubosos y cubiertos.	39	
Cuadro 5: Precipitación media por día de precipitación (en mm).	40	
Cuadro 6: Régimen pluviométrico anual (1950-1994).	41	
Cuadro 7: Precipitaciones (%) y tipos de tiempo.	42	
Cuadro 8: Ciclos de precipitación (1902-1994).	47	
Cuadro 9: Frecuencia de aparición del granizo (%).	50	
Cuadro 10: Número medio de días de niebla.	51	
Cuadro 11: Número medio de días de rocío.	51	
Cuadro 12: Número medio de días de escarcha.	52	
Cuadro 13: Frecuencia media de días de catina.	52	
Cuadro 14: Frecuencia de las direcciones del viento sobre las observaciones con viento (descontadas las calmas), en tantos por mil.	80	
Cuadro 15: Intensidad de la isla de calor de Córdoba. Centro urbano - Periferia Valle/Campiña (%).	97	
Cuadro 16: Temperatura y humedad relativa observadas en distintas zonas ajardinadas de la ciudad.	143	
Cuadro 17: Temperatura y humedad relativa observadas en distintos puntos de la ciudad (18 de agosto de 1995).	152	
Cuadro 18: Distribución espacial del régimen pluviométrico durante el período 1988-1995 (en %).	171	
Cuadro 19: Grado de bienestar en temperatura media en Córdoba.	221	
Cuadro 20: Frecuencia media de días de temperatura mínima $\geq 20^{\circ}\text{C}$.	222	