

MARTÍN DE LUIS
JOSÉ CARLOS GONZÁLEZ-HIDALGO
JUAN RAFAEL SÁNCHEZ *

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA CONCENTRACIÓN DIARIA DE PRECIPITACIONES EN EL TERRITORIO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

RESUMEN

Se calcula y estudia la distribución de la concentración diaria de la precipitación en el territorio de la Comunidad Valenciana según el índice de concentración de lluvia propuesto por Martín Vide (1984) empleando las bases de datos diarias del Atlas Climático de la Comunitat Valenciana (PÉREZ CUEVA, 1994).

El análisis de los resultados sugiere la división del territorio en tres conjuntos latitudinales sobre los que se superpone una gradación costa-interior en tres bandas comprendidas en distancias a la costa de 0-15 km, 15-55 km y > 55 km.

Palabras Clave. Concentración diaria precipitaciones. Comunidad Valenciana

ABSTRACT

Daily rainfall concentration index proposed by Martín Vide (1984) has been analyzed in Comunidad Valenciana (E of Spain), using daily data base of Atlas Climático de la Comunitat Valenciana (PÉREZ CUEVA, 1994). Results suggest an spatial distribution by latitudinal gradient overlapped with latitudinal variation from coast to inland in three sector: 0-15 km, 15-55 km and > 55 km.

Key Words. Daily concentration. Comunidad Valenciana

INTRODUCCIÓN

El estudio de las precipitaciones ocupa un lugar preferente en las investigaciones climáticas realizadas en el litoral mediterráneo español (CAPEL, 1981). Varias son las razones que se pueden indicar. En primer lugar la presencia de fenómenos extraordinarios y las catástrofes asociadas a los mismos (MARTÍN VIDE, 1985; ALBENTOSA, 1989; GIL OLCINA, 1989; MATEU, 1990), en segundo lugar su incidencia sobre los procesos de erosión y desertificación del suelo.

En el presente siglo no es raro que durante cortos espacios de tiempo hayan precipitado cantidades ingentes de agua, que han alcanzado cifras asombrosas. Así, por ejem-

* Departamento de Ecología, Universidad de Alicante.

plo, en la Población del Duc, durante el mes de noviembre de 1977, se registró una cifra de más de 1.000 mm en 72 horas (no precisada por desbordamiento de los aparatos medidores); durante 24 h se han llegado a alcanzar cantidades de 878 mm en Xàbia (noviembre de 1957) y 817 mm en Oliva (noviembre de 1987); en intervalos menores las cantidades registradas en diferentes puntos hablan por sí solas: durante 5 h precipitaron 230 mm en Abarán (septiembre de 1989), y solamente en 4 horas 185 mm en Cieza, ambas en la Región de Murcia; en intervalos aún menores, 3 horas, se han registrado 600 mm en Zurgena (Andalucía oriental) en el mes de octubre de 1973; durante 2.5 horas se han medido cantidades de 152 mm en Bullas (Región de Murcia) en noviembre de 1988. Precipitaciones superiores a 100 ó 200 mm en 24 horas no son desconocidas en muchos de los observatorios (LÓPEZ BERMÚDEZ, 1990; LÓPEZ BERMÚDEZ y SORIANO, 1993).

La incidencia de tales precipitaciones sobre los procesos de erosión ha sido un tema de interés, en tanto el fenómeno se reconoce de modo generalizado en todas las provincias del litoral. No solamente las condiciones climáticas que recurrentemente producen fuertes aguaceros (gota fría y cambio estacional ligado a la circulación zonal: MARTÍN VIDE, 1987; MIRÓ, 1983; ARMENGOT y PÉREZ CUEVA, 1988; ALBENTOSA, 1989; ARMENGOT, TAMAYO y ALCOVER, 1992; CAMARASA, 1993), sino también condiciones litológicas, topográficas (con su peculiar efecto a su vez sobre los mecanismos de precipitación), y biológicas, configuran un ambiente de elevado riesgo erosivo (LÓPEZ BERMÚDEZ y ALBALADEJO 1990).

El arco mediterráneo peninsular se caracteriza por una escasez e irregularidad de las precipitaciones. La irregularidad es tanto interanual como a lo largo del año, por lo que entre ambas provocan que magnitudes descriptivas como el valor medio anual o mensual carezcan de significación y tengan poca utilidad, además de importantes implicaciones en la evaluación y cálculo del balance de agua, análisis de los recursos hidrológicos, etc.

En el presente trabajo se realiza un estudio de la concentración diaria de las precipitaciones en el conjunto del territorio de la Comunidad Valenciana, localizado en el sector central del arco mediterráneo, sobre el que existe una abundante información previa (QUEREDA, 1974 y 1985; BERNABÉ y MATEU, 1976; PÉREZ CUEVA, 1983; CHINER y LÓPEZ, 1987; GIL OLCINA, 1989; ARMENGOT, TAMAYO y ALCOVER, 1992; CAMARASA, 1993, entre otros muchos), y que ha sido caracterizado en estudios previos como área de transición entre la zona de influencia atlántica y la mediterránea propiamente dicha (MARTÍN VIDE, 1984). Es ánimo de los autores contribuir así a un mejor conocimiento del, por otra parte ya excelente, marco pluviométrico, y abundar en un aspecto que por sus dificultades no ha sido trabajado en detalle hasta hoy día.

EL MARCO PLUVIOMÉTRICO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

De la abundante bibliografía disponible sobre precipitaciones en la Comunidad Valenciana, tres trabajos encuadran la presente investigación. En primer lugar el recientemente publicado *Atlas Climàtic de la Comunitat Valenciana* (PÉREZ CUEVA, 1994), de cuyas bases de datos originales se surtirá nuestro análisis¹. Constituye una completa y revisada

1. Tal como se indica, el presente trabajo se realiza a partir de un conjunto de datos contenidos en las documentaciones informatizadas del Proyecto *Atlas Climàtic de la Comunitat Valenciana*. Los autores quieren agradecer tanto a la Conselleria d'Ordinació del Territori de la Generalitat Valenciana, entidad financiadora del proyecto, como al Director del mismo, Dr. Alejandro Pérez Cueva (Dep. Geografía Univ. Valencia), las facilidades otorgadas para acceder a las bases de datos que han permitido realizar el presente trabajo.

actualización con proyección cartográfica, de las variables climáticas que configuran los diferentes tipos de climas de la Comunidad.

Un segundo trabajo de relevancia es el análisis realizado por Martín Vide (1984), quien mediante un cálculo basado en el conocido índice de Gini (véase *Materiales y Métodos*) estudia la concentración de las precipitaciones diarias en las estaciones de primer orden del litoral mediterráneo desde Cádiz a Girona. El citado autor encuentra una gradación Sur-Norte desde Cádiz, y Norte-Sur, desde Girona, en los valores de concentración de la lluvia, cuyo punto de encuentro, y zona de máxima concentración diaria de la lluvia, se produce en el sur de la provincia de Valencia (figura 1). Para Martín Vide la explicación de esta doble gradación y la localización del punto de cruce de ambas ten-

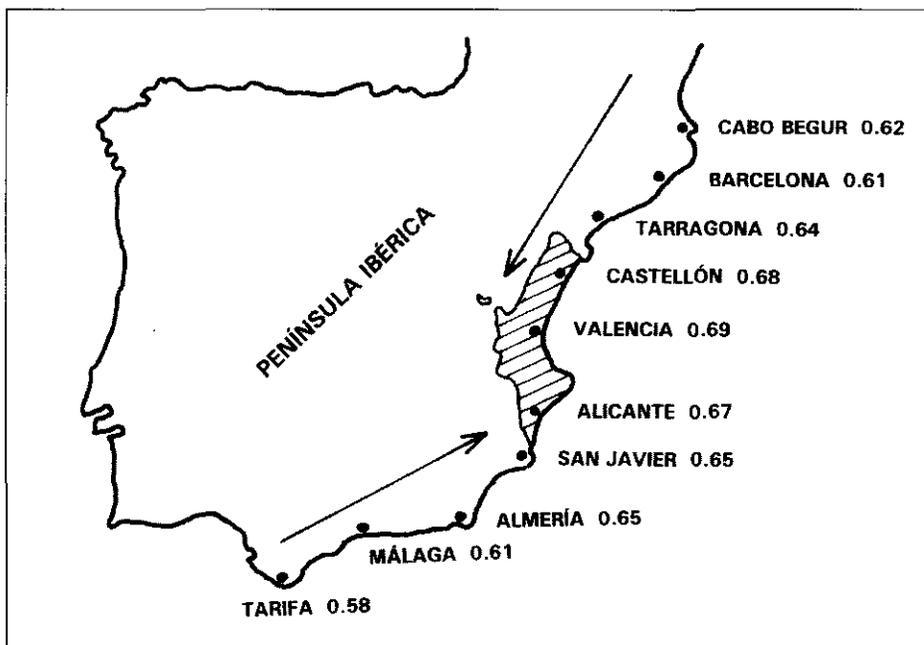


Fig. 1. Distribución del Índice de Concentración de lluvia en el litoral mediterráneo de la Península Ibérica (MARTÍN VIDE, 1984)

dencias se debe en primer lugar a la progresiva pérdida de influencia atlántica vía Gibraltar (dirección Sur-Norte), controlada finalmente en el espacio por la disposición del relieve, y al incremento del efecto de mediterraneidad (dirección Norte-Sur desde Girona).

Por último, Camarasa (1993) con datos de un SAIH (*Sistema Automático de Información Hidrológica*) ha estudiado la estructura interna de las tormentas en el sector central-norte de la Comunidad (provincias de Valencia y Castellón). Camarasa encuentra que el diferente reparto espacial de los centros productores de precipitación (*Large mesoscale precipitation*, *Small mesoscale precipitation* y células convectivas), y su proyección espacial derivada de los mecanismos atmosféricos generadores (gota fría, vaguadas, etc.), definen dos ambientes contrastados. Por un lado la costa, en la que el carácter de alta

intensidad de las precipitaciones depende fundamentalmente de las células convectivas, pero presenta caudales absolutos escasos; y por otro lado el interior, donde las características de la precipitación son opuestas, y se deben fundamentalmente a centros productores de mayor extensión espacial.

En su análisis cobra especial relevancia el factor topográfico, tanto la altitud, como la orientación de las alineaciones montañosas. En zonas cercanas al mar, Camarasa (1993) contrasta el efecto encauzador del relieve en los denominados valles de fondo de saco, junto al efecto inhibitorio de las cotas elevadas sobre la precipitación, mientras en el interior detecta el efecto de la altura sobre el mecanismo de disparo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis de la concentración de precipitaciones se realiza sobre un total de 100 estaciones pluviométricas a partir de las bases de datos diarias del *Atlas Climàtic de la Comunitat Valenciana*. En cada estación el total de años registrados al menos es de 30, y siempre comprende el periodo normal 1961-90. Al objeto de homogeneizar los datos del conjunto de estaciones, se ha optado por eliminar los valores de precipitaciones día < 0.5 mm, ya que en algunas estaciones se detectaron dificultades de registro durante la primera década. La distribución espacial de las estaciones (se excluyen las de apoyo de Comunidades limítrofes), se muestra en la figura 2, y en la tabla 1 se ofrece su listado junto a diversos parámetros de localización.

El estudio y análisis de la concentración se realizó siguiendo el método expuesto por Martín Vide (1984) a partir de las distribuciones exponenciales positivas de los porcentajes acumulados de precipitaciones diarias (y), respecto a los correspondientes porcentajes acumulados del número de días de precipitación (x) según ecuación (1):

$$y = A X e^{bx}$$

y empleando en el ajuste de la función el algoritmo de Mcquard, que minimiza las desviaciones de las sumas de cuadrados (OTT, 1988). Las nuevas distribuciones son en realidad variantes de las curvas de concentración o de Lorenz, y permiten evaluar la irregularidad, o ausencia de equidistribución, de la precipitación diaria. Recientemente un cálculo similar ha sido aplicado con éxito al estudio de los monzones en la India (ANANTHAKRISHNAN y SOMAN, 1989)

Sobre una recta de equidistribución, la regularidad perfecta o equidistribución de la precipitación diaria implicaría que las cantidades diarias de lluvia fuesen semejantes. En función de la mayor o menor separación sobre esta recta de los valores observados, la irregularidad de la precipitación diaria será mayor o menor (que es la curva de Lorenz).

El área comprendida entre la recta de equidistribución y los valores observados (S) suministra una medida de la irregularidad. Mayor área refleja mayor irregularidad, y se cuantifica por el índice de Gini según ecuación (2):

$$I = \frac{2S}{10000}$$

Al sustituir los valores observados por los valores del ajuste según (1), e integrar la función entre 0 y 100 según ecuación (3):

$$\left[\frac{A}{b} e^{bx} \left(x - \frac{1}{b} \right) \right]_0^{100}$$

se obtiene el área comprendida entre la curva correspondiente, el eje de abscisas y la ordenada $x = 100$. Su valor restado de 5.000 proporciona el área comprendida entre la

localidad	lat.	long.	I.C.	alt.	dist.	LA FONT DE LA					
ACRES, SAN VICENT	38° 47' N	0° 31' W	0.597	722	37,8	FIGUERA	38° 48' N	0° 53' W	0.580	536	59,7
ALACANT,						L'ALCORA	40° 04' N	0° 12' W	0.618	279	22,2
CIUTAT JARDÍ	38° 21' N	0° 30' W	0.645	82	0	LES USERES	40° 09' N	0° 09' W	0.624	407	22,8
ALCOI	38° 42' N	0° 28' W	0.621	562	28,5	LLUCENA	40° 08' N	0° 16' W	0.595	568	30
ALCUBLAS	39° 48' N	0° 42' W	0.566	774	42,6	L'OLLERÍA	38° 55' N	0° 33' W	0.565	285	34,2
ALGEMESÍ	39° 13' N	0° 26' W	0.657	18	15	MASSALFASSAR	39° 34' N	0° 19' W	0.595	12	2,4
ALIAGUILLA	39° 45' N	1° 19' W	0.559	1010	89,4	MINGLANILLA	39° 32' N	1° 36' W	0.544	827	108,6
ALMUDAINA	38° 46' N	0° 21' W	0.582	586	30	MIRA	39° 43' N	1° 26' W	0.554	834	100,5
ALTEA, CHJ	38° 36' N	0° 02' W	0.591	61	0	MONTROI	39° 20' N	0° 37' W	0.630	140	24,6
ALTURA,						NOVELDA	38° 23' N	0° 46' W	0.571	241	23,7
CUEVA SANTA	39° 51' N	0° 33' W	0.578	564	30,9	NULES, HS	39° 51' N	0° 09' W	0.627	13	3,6
ALZIRA, INSTITUT						ONTINYENT	38° 49' N	0° 36' W	0.648	350	43,8
LABORAL	39° 09' N	0° 26' W	0.685	20	15	ORIHUELA, CHS	38° 05' N	0° 56' W	0.595	23	24,9
ARCOS	39° 59' N	1° 02' W	0.551	1078	78,6	PEGO, CONVENT	38° 51' N	0° 07' W	0.653	82	8,1
ARROYO CEREZO	40° 07' N	1° 25' W	0.544	1344	116,1	PUERTO MINGALVO	40° 16' N	0° 27' W	0.554	1444	50,7
ATZENETA	40° 13' N	0° 10' W	0.592	400	29,4	RELLEU, CHJ	38° 35' N	0° 18' W	0.555	429	10,8
AYORA, CIJ	39° 04' N	1° 03' W	0.553	641	69,6	REQUENA	39° 29' N	1° 06' W	0.591	392	66,6
AYORA, LA HUNDE	39° 05' N	1° 03' W	0.560	1193	69,6	RUBIELOS DE MORA	40° 11' N	0° 39' W	0.547	943	60,6
BANYERES	38° 43' N	0° 39' W	0.560	816	39	S. MIGUEL DE					
BENEJAMA	38° 42' N	0° 46' W	0.561	592	44,1	SALINAS, CHS	37° 59' N	0° 47' W	0.628	85	7,8
BENIATJAR, LES						SAGUNT, CASTELL	39° 41' N	0° 14' W	0.636	139	6,3
PLANISSÉS	38° 51' N	0° 25' W	0.611	396	27,9	SALT DE MILLARES	39° 13' N	0° 43' W	0.633	318	41,4
BENIFAIRÓ DE						SALVACAÑETE	40° 06' N	1° 30' W	0.547	1209	115,8
VALLDIGNA	39° 03' N	0° 17' W	0.618	35	8,4	SAN AGUSTÍN	40° 04' N	0° 41' W	0.599	959	54,6
BETXÍ	39° 56' N	0° 12' W	0.637	102	12,3	SAN JAVIER	37° 48' N	0° 51' W	0.637	27	7,2
BIAR, CASA PORCEL	38° 38' N	0° 46' W	0.541	754	39,9	SANT JORDI	40° 31' N	0° 20' W	0.641	175	12,6
BOCAIRENT	38° 46' N	0° 36' W	0.648	641	41,1	SANTA CRUZ					
BOLULLA	38° 41' N	0° 06' W	0.645	214	9,9	DE MOYA	39° 57' N	1° 15' W	0.561	763	96,9
BUGARRA	39° 36' N	0° 46' W	0.610	178	40,2	SARRIÓ	40° 08' N	0° 45' W	0.566	981	67,2
CÁLIC	40° 28' N	0° 27' E	0.598	122	6,9	SEGORBE, HS	39° 51' N	0° 29' W	0.609	364	28,8
CANALS	38° 58' N	0° 33' W	0.610	157	33,6	SELLA	38° 36' N	0° 16' W	0.552	419	12
CASAS DE						SERRA	39° 41' N	0° 25' W	0.617	330	16,2
GARCIMOLINA	40° 00' N	1° 25' W	0.532	1155	105,3	SIMAT DE					
CASTELNOVO	39° 52' N	0° 27' W	0.580	347	27	VALLDIGNA	39° 03' N	0° 19' W	0.586	59	9,6
CATÍ	40° 28' N	0° 02' E	0.618	661	32,7	SINARCAS	39° 44' N	1° 13' W	0.536	899	83,4
CORTES DE						SUECA	39° 12' N	0° 18' W	0.645	7	6
ARENOSO	40° 11' N	0° 32' E	0.558	985	52,2	TALAYUELAS	39° 45' N	1° 17' W	0.534	991	91,8
EL VERGER, RACONS	38° 51' N	0° 01' E	0.634	21	2,1	TÀRBENA, CHJ	38° 42' N	0° 06' W	0.625	560	10,5
EL VILLAR DEL						TERESA DE					
ARZOBISPO	39° 44' N	0° 49' W	0.567	518	49,5	COFRENTES	39° 06' N	1° 02' W	0.557	561	68,7
ELX, CHS	38° 16' N	0° 42' W	0.612	86	12,6	TIBI, CHJ	38° 30' N	0° 34' W	0.603	590	20,1
EMB. DE BENAGÉBER	39° 44' N	1° 06' W	0.583	461	69,9	TITAGUAS	39° 52' N	1° 05' W	0.548	832	75
EMB. DE BENIARRÉS	39° 49' N	0° 21' W	0.654	387	26,7	TORRENT	39° 26' N	0° 28' W	0.649	47	9,9
EMB. DE BUSO	39° 36' N	0° 56' W	0.591	569	54,6	TORREVIEJA	38° 02' N	0° 41' W	0.635	5	0
EMB. DE MARIA						TORRIJAS	40° 01' N	0° 57' W	0.542	1359	73,2
CRISTINA	40° 02' N	0° 10' W	0.618	130	18,6	TRAMACASTIEL	40° 11' N	1° 14' W	0.536	931	100,5
ENGUERA, CHJ	38° 59' N	0° 41' W	0.570	318	42,6	TUEJAR	39° 46' N	1° 02' W	0.551	603	68,4
FONTILLES	38° 47' N	0° 05' W	0.650	437	11,4	UTIEL	39° 34' N	1° 12' W	0.564	735	75,6
FREDES	40° 42' N	0° 10' E	0.561	1090	34,2	VALÈNCIA, ELS					
GAIIBEL	39° 56' N	0° 30' W	0.571	617	33,9	VIVERS	39° 29' N	0° 23' W	0.664	11	0
GILET, SANT ESPERIT	39° 40' N	0° 21' W	0.629	180	8,7	VILA-REAL	39° 56' N	0° 06' W	0.618	42	7,5
GORGA	38° 43' N	0° 21' W	0.596	545	25,8	VILLAR DE OLMOS	39° 36' N	1° 03' W	0.551	970	63,6
GRANJA CAMPALBO	39° 54' N	1° 16' W	0.559	1097	96,3	VILLENÀ	38° 38' N	0° 52' W	0.546	505	47,1
GUADASSUAR	39° 11' N	0° 28' W	0.599	24	18,6	XALÓ	38° 44' N	0° 00' W	0.636	189	12
GUARDAMAR DEL						XAITVA, EL					
SEGURA	38° 06' N	0° 40' W	0.590	5	0,9	REALENC	39° 05' N	0° 28' W	0.654	29	21,6
INIESTA	39° 27' N	0° 45' W	0.553	868	117,6	XERT	40° 31' N	0° 10' W	0.593	515	25,5
JARAFUEL,						YECLA	38° 36' N	1° 06' W	0.558	605	62,1
CAMPILLO	39° 09' N	1° 06' W	0.554	586	69,6						

Tabla 1. Estaciones de trabajo del territorio de la Comunidad Valenciana y valores del Índice de Concentración diario de las precipitaciones. lat: latitud; long: longitud; I.C. Índice de concentración de las precipitaciones; alt: altitud (m); dist: distancia al mar (km).



Fig. 2. Localización de las estaciones de trabajo pertenecientes al territorio de la Comunidad Valenciana

se obtiene el área comprendida entre la curva correspondiente, el eje de abscisas y la ordenada $x = 100$. Su valor restado de 5.000 proporciona el área comprendida entre la curva de equidistribución y la ordenada $x = 100$, es decir S^* . El cociente, ecuación (4):

$$I = \frac{2 S^*}{10000}$$

cuantifica la separación del estado de equidistribución, es decir la mayor o menor irregularidad. El índice I^* varía entre 0 (regularidad perfecta) y 1 (MARTÍN VIDE, 1984).

Los índices resultantes fueron sometidos a un análisis de tendencias espaciales por el método *Kriging* al objeto de realizar una cartografía de isolíneas de concentración y poder estudiar la distribución espacial de la misma. Finalmente, se analizó, mediante las técnicas de *Análisis de Componentes Principales* y análisis de varianza, la incidencia de los factores altitud, latitud y distancia a la costa en el índice de concentración. Las pruebas *a posteriori* se realizaron según el método Newman-Keules.

RESULTADOS

Los valores del índice de concentración de las estaciones estudiadas se muestran en la tabla 1. El máximo se localiza en Alzira (0.685), al sur de la ciudad de Valencia (0.664), y el mínimo corresponde a Sinarcas (0.536) en zona interior. La cartografía de isoconcentración de la precipitación se muestra en la figura 3, en la que se observa una disposición general en bandas costa-interior, así como la doble gradación Norte-Sur y Sur-Norte con una zona de convergencia en el Cap de Sant Antoni. Asimismo se observan dos anomalías en el conjunto general; la primera es positiva sobre su entorno (Vall d'Albaida, estaciones de Ontinyent y Bocairent), mientras la segunda (estaciones de Relleu y Sella), tiene valores inferiores respecto a las estaciones vecinas.

Componentes Principales	Varianza	Altitud	Latitud (*)	Distancia al mar
Componente 1	61,7	0,704	0,221	0,675
Componente 2	32,8	-0,026	0,958	-0,286
Componente 3	5,4	0,710	-0,184	-0,680

Tabla 2. Análisis de Componentes Principales. Porcentaje de varianza explicada por cada Componente y peso de cada factor en cada componente de las variables altitud, latitud y distancia al mar. (*) Se insiste en que, para evitar la anulación de los efectos de la variable latitud debido a la doble tendencia Norte-Sur y Sur-Norte, los valores de latitud se toman como distancias al paralelo de Alzira que es el punto de máxima concentración.

En la tabla 2 se muestran los resultados del Análisis de Componentes Principales a partir de las variables altitud, latitud y distancia al mar en línea recta. Dado el doble efecto de la latitud, ésta se ha tomado como distancia latitudinal al paralelo de Alzira, al objeto de evitar la anulación de sus efectos. Los tres factores explican el 60.6 % de varianza total del índice ($p < 0.05$).

El Componente 1 queda configurado por los factores altitud y distancia al mar (es decir: efecto costa interior), y representa el más alto porcentaje de varianza explicada (61.7 %). Junto con el componente 2, identificado casi en exclusiva con el efecto de la latitud, explican el 95 % del total de varianza. Debido a que las variables distancia al mar y altitud están fuertemente

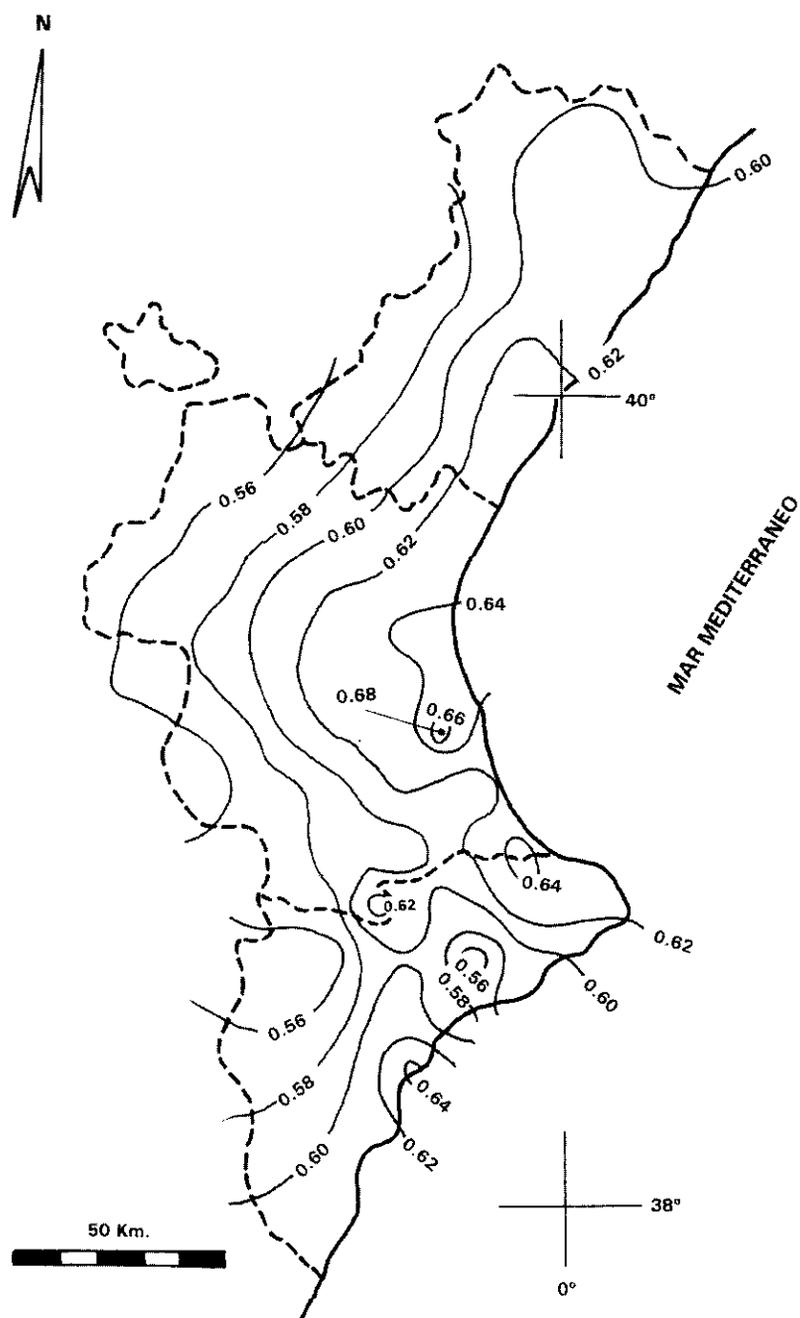


Fig. 3. Índice de Concentración diaria de las precipitaciones en la Comunidad Valenciana.

correlacionadas, los posteriores análisis han considerado solamente la distancia al mar como fuente de variación del índice, y la altitud ha sido empleada para matizar algunos resultados.

Las variaciones costa-interior

La distribución del índice de precipitaciones en relación a la distancia al mar se observa en la figura 4, en la que se aprecian tres franjas. La primera, hasta una línea interior a unos 15 km de la costa, presenta los valores promedio del índice más elevado (0.626). Un segundo grupo de estaciones, localizadas en una orla entre 15 y 55 km de la costa, cuya media de índice es de 0.596; finalmente, el sector interior, a distancias superiores a 55 km, presenta los valores más bajos del índice (0.554). El análisis de varianza de las tres franjas costa-interior indica la existencia de diferencias significativas ($p < 0.001$), y las pruebas *a posteriori* confirman que la gradación espacial del índice, costa > franja intermedia > interior, es significativa ($p < 0.001$).

Variaciones latitudinales

Las variaciones latitudinales fueron exploradas tras considerar la disposición general del relieve y su orientación en el conjunto de la Comunidad. En primer lugar se estableció la divisoria de aguas a partir de la línea de máxima cota entre la provincia de Valencia y Alicante (sierra de Bèrnia, Aixortà, Serrella, Aitana, Carrasqueta, Menejador,

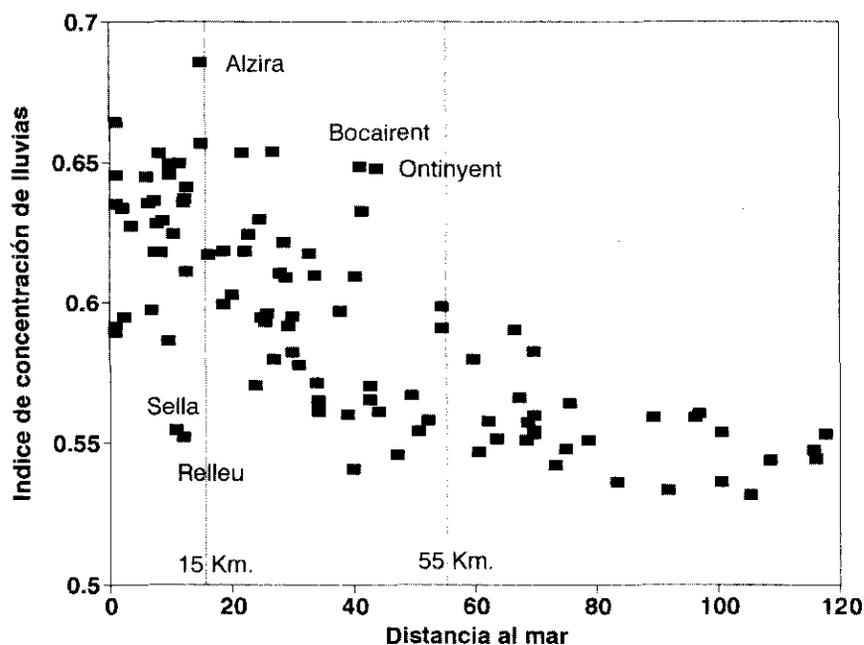


Fig. 4. Relaciones entre el Índice de Concentración y distancia al mar (km).

Fontfreda, enlazando con la sierra de la Solana). Esta divisoria ya es reconocida de manera tácita por Martín Vide (1984).

Posteriormente se delimitó un segundo sector limitado por el sur por la divisoria general citada y por el norte por la Serra Grossa y la Serra de la Creu. Este sector central, auténtica área de transición, engloba la Vall d'Albaida, cuenca del Serpis y el Cap de la Nau (figura 5).

Como resultado final, quedaron definidos tres conjuntos espaciales. El primero, incluye la provincia de Castellón y la mayor parte de la de Valencia y presenta una disposición topográfica suavemente escalonada hacia el interior. El segundo sector, localizado entre la Serra Grossa y la Serra de la Creu y la divisoria de aguas de las provincias de Valencia y Alicante, presenta una disposición general del relieve oeste-este. Finalmente el sector sur, incluye tres cuartas partes de la provincia de Alicante y presenta una estructura topográfica en bandas paralelas al mar que se incurvan hacia el este en su contacto con la zona anterior.

El análisis de varianza del índice de concentración en los tres sectores señala la existencia de diferencias latitudinales significativas ($p = 0.002$), con unos valores promedio para el norte de 0.588, el sur 0.587 y el sector central de 0.624. Las diferencias entre sectores norte y sur con la transición son significativas ($p < 0.05$), pero el norte y sur no difieren entre sí ($p > 0.05$, figura 6).

Variaciones costa-interior y latitud

El cruce de variables distancia al mar y latitud permite analizar la transición costa-interior en el gradiente latitudinal y detectar las posibles variaciones internas de cada sector.

El efecto de distancia a la costa sobre la concentración de las precipitaciones varía con la latitud (tabla 3). En la banda cercana a la costa (< 15 km) el sector norte y la transición presentan valores significativamente superiores ($p < 0.05$) al sector sur. Lo mismo ocurre en la banda comprendida entre 15 y 55 km. No se han observado diferencias a distancias superiores a 55 km de la costa entre el sector norte y sur.

Dentro de cada sector las variaciones costa interior son significativas ($p < 0.05$) en el norte (Tabla 4), pero no lo son en el sector central ($p = 0.07$) y en el sector sur ($p = 0.06$). Dicho sector, no obstante, presenta una elevada variabilidad interna y en la franja > 55 km de la costa solamente tiene una estación dentro de la Comunidad. Los valores promedio con sus intervalos de confianza ($p = 0.05$) de cada sector se muestran en la figura 6.

En la figura 7 se representan el valor promedio y sus intervalos de confianza ($p = 0.05$) de los tres sectores latitudinales para cada grupo de distancias a la costa. Frente a la clara gradación que se observa en el sector norte, el valor de índice en el sector de transición y el sector sur de la Comunidad no difieren significativamente.

	Norte	Transición	Sur
15 Km	0,632 ^a	0,640 ^a	0,605 ^b
15 - 55 Km	0,597 ^a	0,614 ^a	0,568 ^b
>15 Km	0,553 ^a	—	0,569 ^a

Tabla 3. Comparación latitudinal del Índice de Concentración de la Precipitación diaria en cada una de las distancias costa-interior. Valores promedio y significación de las pruebas a posteriori. Letras sobreescritas indican diferencias significativas

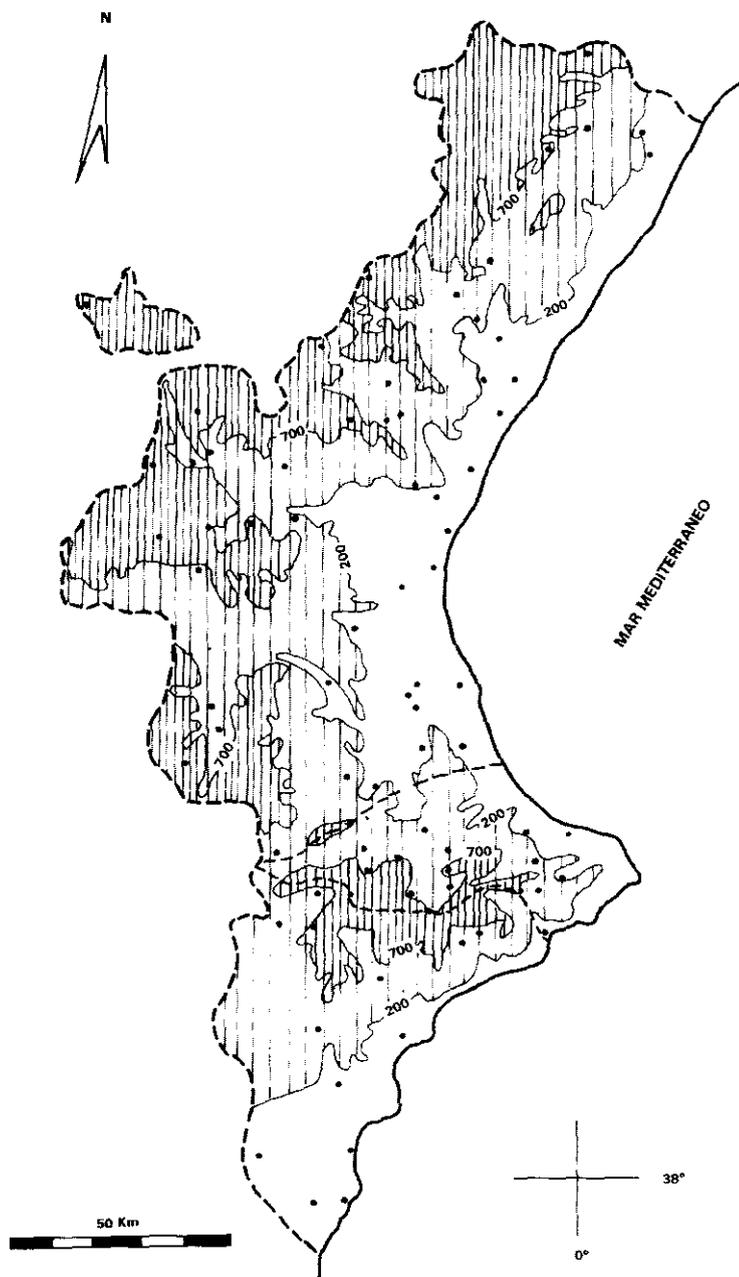


Fig. 5. Zonación del Índice de Concentración diaria de precipitaciones en la Comunidad Valenciana.

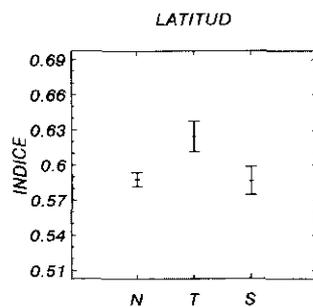


Fig. 6. Índice de Concentración. Valores promedio por sectores e intervalos de confianza (0.05). Norte (N), Transición (T), Sur (S), su localización se muestra en la figura 5.

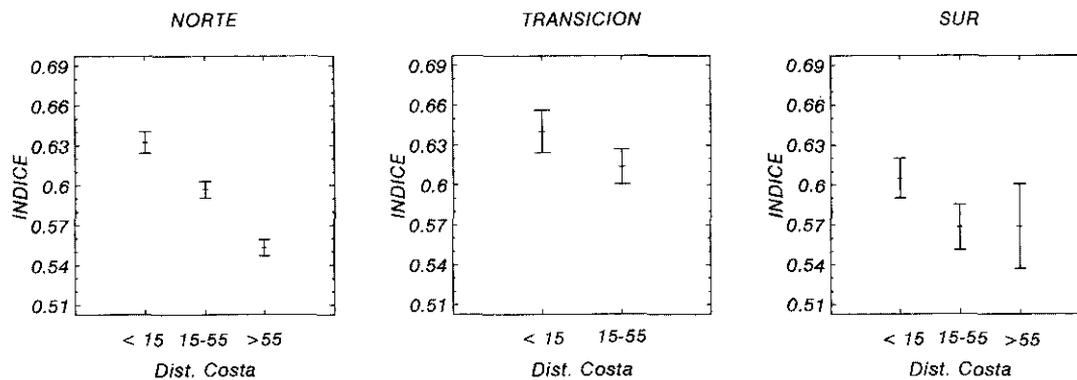


Fig. 7. Gradación costa interior del Índice de Concentración diaria de precipitaciones. Valores promedio por bandas latitudinales. 0: distancia 0-15 km; 1: distancia 15-55 km; 2: distancia > 55 km.

	Norte	Transición	Sur
15 Km	0,632 ^a	0,640 ^a	0,605 ^a
15 - 55 Km	0,597 ^b	0,614 ^a	0,568 ^a
>15 Km	0,553 ^c	--	0,569 ^a

Tabla 4. Comparación costa-interior del Índice de Concentración de la Precipitación diaria en cada sector latitudinal. Valores promedio y significación de las pruebas a posteriori. Letras sobreescritas indican diferencias significativas

DISCUSIÓN

El estudio de la concentración diaria de las precipitaciones en la Comunidad Valenciana refleja unas pautas espaciales en las que se reconocen ambientes netamente diferenciados en función de variables de localización. Las variaciones costa-interior y la gradación latitudinal, sugieren la posibilidad de realizar una clasificación del territorio pareja a la cartografía de riesgos de inundación, agresividad pluvial o riesgos de erosión. En general, esta clasificación separa dos territorios: la franja litoral, en la que las precipitaciones tienen las mayores concentraciones diarias, y el dominio interior, donde la concentración diaria de las precipitaciones es menor. Los resultados concuerdan en términos generales con los obtenidos en los estudios de los mecanismos de producción de lluvia, (CAMARASA, 1993), en los que se ha sugerido que los núcleos pequeños (células convectivas) son los causantes de la torrencialidad de las lluvias en las cercanías de la costa, aspecto que queda contrastado con los resultados presentes en el conjunto del territorio.

En segundo lugar, los resultados corroboran la doble articulación sur-norte y norte-sur señalada por Martín Vide (1984) en el conjunto del litoral mediterráneo español, permiten precisar que la gradación afecta a una franja costera en torno a 55 km de profundidad y, finalmente, permiten delimitar el área de transición entre ambas tendencias y sus características. No obstante, la comparación directa con los valores del índice de concentración señalados por Martín Vide (1984) no se puede realizar, bien por la depuración a que hemos sometido los datos originales (eliminación de las cantidades diarias < 0.5 mm), bien por el algoritmo empleado, o bien por los diferentes períodos analizados en ambos trabajos (véase *Materiales y Métodos*). Así, Alicante, Valencia, y Castellón (Vila Real) presentan variaciones de 0.64 / 0.67, 0.66 / 0.69, y 0.61 / 0.68 respectivamente.

El relieve y los diferentes tipos de mecanismos productores de la precipitación, junto al efecto de la mayor o menor influencia mediterránea (norte) o atlántica (sur) son factores que explican la distribución del Índice de Concentración.

La transición costa-interior difiere en el espacio. Al norte del Cap de la Nau (tabla 4 y figura 6), en el denominado sector norte, la gradación del Índice de Concentración es muy clara y es pareja a la estructura topográfica. De manera general, las variaciones del índice quedan encuadradas en los umbrales 0-200, 200-700 y > 700 m sobre el nivel del mar, intervalos semejantes a los descritos por Camarasa (1993).

Hacia el sur, la zona de transición (entorno del Cap de Sant Antoni y comarca de la Vall d'Albaida, véase figura 5) tiene la peculiaridad de que el índice de concentración se mantiene muy elevado hacia el interior. El análisis topográfico podría permitir reconocer

un efecto del relieve sobre los mecanismos de disparo, al configurarse la topografía en un valle en forma de fondo de saco orientado hacia el este.

La elevada variabilidad que se observa en el índice de la zona más meridional es la primera explicación de la ausencia de diferencias significativas costa-interior en este sector, una de cuyas causas puede ser la cercanía de las alineaciones montañosas a la costa. En segundo lugar, la disposición topográfica, incurvada desde una dirección SW-NE hacia una orientación W-E, e incluso N-S, produce un aislamiento respecto a los mecanismos productores de precipitación dominantes al norte del Cap de la Nau (influencia mediterránea, MARTÍN VIDE, 1984), por lo que este espacio se comporta de manera distinta del resto de la Comunidad. Los menores volúmenes de precipitación registrados en la zona son una comprobación del hecho, a la vez que confirman la hipótesis general de Martín Vide (1984) en el conjunto del litoral.

La peculiaridad más notable que se ha observado en este sector la constituye el área localizada en el entorno de las estaciones de Relleu-Sella, ajena al gradiente general costero. En efecto, la protección que brinda la disposición del relieve respecto a masas de aire provenientes del norte, unido a la apertura del arco montañoso hacia el SE y su moderada elevación, parecen sugerir que la actuación generalizada de las células convectivas, tan eficaces al norte de la divisoria, es obstaculizada aquí. Sin embargo, por su posición elevada y cercanía al mar, la altitud es capaz de acentuar el efecto de disparo ante cualquier mecanismo de precipitación. Esta es quizá la razón del ligero aumento de las precipitaciones en su entorno, parejo a unos índices de concentración bastante moderados. No obstante, el efecto es limitado, pues en la costa las áreas en el entorno de la Vila Joiosa, Benidorm y Altea, son extremadamente escasas en precipitaciones (PÉREZ CUEVA, 1994).

Las consecuencias que se pueden alumbrar del análisis de la concentración diaria de las precipitaciones son varias, y enlazan con sus efectos sobre los procesos de degradación-desertificación del suelo, el balance de agua, riesgos de avenidas, etc.

El reparto espacial del índice define áreas diferenciadas ante los riesgos erosivos y riesgos de avenidas, en los que debe ser estudiada la dicotomía Magnitud-Frecuencia (ROMERO *et al.*, 1988; DE PLOEY, KIRKBY, AHNERT, 1991) a la luz de los retornos de diferentes valores de precipitación. En este sentido, el índice diario analizado podría ser una estimación más fiable de la agresividad de la lluvia que los índices calculados sobre datos mensuales (Fournier).

En relación al balance de agua, nuestro estudio muestra la extrema dependencia generalizada del volumen de precipitación anual respecto a un escaso número de días de precipitación, por lo que magnitudes como el promedio de lluvia anual o mensual, son poco representativos de las condiciones reales, especialmente en la franja costera tal como se ha señalado frecuentemente (QUEREDA, 1974 y 1989).

CONCLUSIONES

El estudio de la concentración diaria de las precipitaciones en la Comunidad Valenciana señala la existencia de una gradación (de mayor a menor) entre la costa y el interior, que se superpone a las variaciones latitudinales sur-norte y norte sur.

La topografía se manifiesta como una variable que puede ser determinante en el reparto espacial del índice de concentración por sus efectos sobre las masas de aire provenientes del norte (influencia mediterránea) o sur (influencia atlántica).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las sugerencias aportadas al manuscrito original por los Profesores Rosselló y Pérez Cueva (Dep. Geografía, Universidad de Valencia) y Martín Vide (Dep. Geografía, Universidad de Barcelona). El presente trabajo forma parte del Proyecto CICYT CLI95-1947-CO3-O3.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBENTOSA, L. (1989): *Las precipitaciones extraordinarias en Cataluña*. En *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca mediterránea*, 51-65, Instituto Universitario de Geografía, Universidad Alicante y Caja Ahorros Mediterráneo.
- ANANTHAKRISHNAN, R. y SOMAN, M.K. (1989): "Statistical distribution of daily rainfall and its association with the coefficient of variation of rainfall series", *Internat. Jour. of Climatology*, 9, 485-500.
- ARMENGOT, R. y PÉREZ CUEVA, A. (1988): *El Clima*. En *Guía de la Naturaleza de la Comunidad Valenciana*: 73-102. Ed. Alfons el Magnànim, D.P.V.
- ARMENGOT, R.; TAMAYO, J. y ALCOVER, V. (1992): *Centros de acción y flujo sinóptico en las precipitaciones intensas de la Comunidad Valenciana*, III Simposium Nacional de Predicciones, INM, Madrid.
- BERNABÉ, J.M. y MATEU, J. (1976): "Tratamiento estadístico de precipitaciones aplicado al País Valenciano", *Cuadernos de Geografía*, 18, 1-25.
- CAMARASA, A. (1993): "La estructura interna de las tormentas mediterráneas", *Cuadernos de Geografía*, 54, 169-188.
- CAPEL, J.J. (1981): *Los climas de España*, Ed. Oikos Tau, Barna.
- CHINER, V. y LÓPEZ, M.J. (1987): "30 años de climatología en el País Valenciano", *Cuadernos de Geografía*, 42, 133-148.
- DE PLOEY, J.; KIRKBY, M.J.; AHNERT, F. (1991): "Hillslope erosion by rainstorms. A magnitude-frequency analysis", *Earth Surface Processes and Landforms*, 16, 399-409.
- GIL OLCINA, A. (1989): *Causas climáticas de las riadas*. En *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca mediterránea*, 15-30, Instituto Universitario de Geografía, Universidad Alicante y Caja Ahorros Mediterráneo.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1990): *Génesis y consecuencia de los procesos erosivos de elevada intensidad en la región mediterránea*. Seminario UIMP, texto mecanografiado, Valencia.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y ALBALADEJO, J. (1990): *Factores ambientales de la degradación del suelo en el área mediterránea*. En J. ALBALADEJO, M. A STOCKING, E. DÍAZ (Eds): *Degradación del suelo en condiciones ambientales mediterráneas*, 15-45, CSIC, Murcia
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y SORIANO, M.A. (1993): "Génesis y consecuencias erosivas de las lluvias de alta intensidad en la región mediterránea", *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 18-19, 7-28
- MARTÍN VIDE, J. (1984): "Análisis de la irregularidad de la precipitación diaria en el litoral mediterráneo de la Península Ibérica", *Revista de Geofísica*, 40, 101-106
- MARTÍN VIDE, J. (1985): *Pluges i inundacions a la Mediterrània*, Ketres, Barcelona.
- MARTÍN VIDE, J. (1987): *Característiques climatològiques de la precipitació en la franja costera mediterrània de la Península Ibèrica*, Inst. Cartogràfic de Catalunya, Barcelona.
- MATEU, J. (1990): "Avenidas y riesgos de inundación en los sistemas fluviales mediterráneos de la Península Ibérica", *Boletín AGE*, 10, 31-53.

- MIRÓ, J. (1983): "Consideraciones generales sobre la meteorología del Levante español", *Estudios Geográficos*, 170-171, 31-53.
- OTT, L. (1988): *An introduction to statistical methods and data analysis*, 3ª Ed., PWS-Kent Publ. Co., Boston.
- PÉREZ CUEVA, A. (1983): "Precipitaciones extraordinarias en la España peninsular", *Agricultura y Sociedad*, 28, 189-203.
- PÉREZ CUEVA, A. (Dir.) (1994): *Atlas Climàtic de la Comunitat Valenciana*, Dir. Gral. d'Urbanisme i Ordenació del Territori, Generalitat Valenciana, Col.lecció Territori, 4.
- QUEREDA, J. (1974): "Introducción al estudio climático de la Plana", *Millars*, 1, 119-140.
- QUEREDA, J. (1985): *La ciclogénesis y las gotas frías del Mediterráneo*, Ser. Publ. Diputació de Castelló, Col. Universitaria.
- ROMERO, M.A.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; THORNES, J.B.; FRANCIS, C.; FISHER, C. (1988): "Variability of overland flow erosion rates in a semiarid mediterranean environment under matorral cover, Murcia, Spain", *Catena Suppl.*, 13, 139-146.