

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO EN EL SUR DE LA COMUNIDAD VALENCIANA UTILIZANDO UN MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

Fernando BELDA ESPLUGUES*, Joaquín MELIÁ MIRALLES** y Demetrio SEGARRA GOMAR**

* *Centro Meteorológico Territorial de Valencia. Instituto Nacional de Meteorología.
Ministerio de Medio Ambiente. España.*

** *Departamento de Termodinámica. Facultad de Física. Universidad de Valencia. España.*

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la variabilidad climatológica en el sur de la Comunidad Valenciana caracterizada por una complejidad topográfica que nos lleva a diversas condiciones microclimáticas. La zona de estudio está localizada entre las coordenadas XUTM (m) 730400-760400 y YUTM(m) 4274000-4304000. En esta área, se alcanza la precipitación máxima de la Comunidad Valenciana llegando hasta los 850 mm de media anual. El relieve ejerce de efecto pantalla favoreciendo las pendientes orientadas al Este, influidos por los flujos marítimos de levante (BELDA, 1997). Analizamos la precipitación y temperatura, tanto desde un punto de vista espacial como temporal. Para esto, utilizamos veinticinco estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología. El método de interpolación utilizado es el Cokriging (FAO-1995). Finalmente integramos en un sistema de información geográfica la información climatológica y el modelo digital del terreno.

Palabras clave: Precipitación, Temperatura, CoKriging, Modelo Digital del Terreno, Sistemas de Información Geográfica.

ABSTRACT

The main aim of this study is to examine the variability of different climatic parameters in the South of Valencia Community characterised by a great topographic complexity that leads to diverse microclimatic conditions. The zone of study is located between XUTM (m) 730400-760400 and YUTM(m) 4274000-4304000. In this area, the maximum annual rainfall of the Valencia Community is recorded, reaching 850 mm of average annual rainfall. The relief performs the called "Screen Effect", favouring the rainfalls in the slopes with eastern aspects which are affected by wet maritime flows, studied by BELDA (1997). We examined the spatial and temporal analyse of rainfall, temperature over this area. To do this, we analysed the water balances of twenty-five meteorological stations from the Spanish Meteorological Institute, and we used the Cokriging-FAO (1995) method for their interpolation. Geographical Information System (GIS) was used to integrated information from DEM and with climatic parameters (rainfall, temperature), particularly IDRISI.

Key words: Rainfall, Temperature, CoKriging, Digital Elevation Model, Geographical Information System.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis climatológico en zonas forestales y, en particular, en aquellas zonas castigadas por los incendios forestales, son de perenne actualidad en multitud de países y de especial interés en la Comunidad Valenciana. En los últimos años, ha crecido la preocupación por la influencia que pueden ejercer los diferentes elementos meteorológicos, entre ellos, los relacionados con el agua, la temperatura y el viento, en la degradación en el uso del suelo y en las posibles alteraciones climáticas que pueden evidenciarse.

En relación con posibles implicaciones en el cambio climático se invocan procesos de desertización en los que se incluyen: reducción de la cubierta vegetal, pérdida de suelo, sobreexplotación de recursos, disminución de producción biológica de los ecosistemas terrestres, dificultades de aprovechamiento de estos ecosistemas y empobrecimiento generalizado del territorio afectado (BASTIDA y LÓPEZ, 1993).

Por otra parte, hay un amplio conjunto de interrelaciones entre medio ambiente y bosque. La biosfera se considera como la parte de la superficie terrestre donde tiene lugar el fenómeno de la vida. Comprende la parte exterior de la litosfera, la totalidad de la hidrosfera y las capas inferiores de la atmósfera. Por lo tanto, es conveniente tener presentes los procesos meteorológicos que se presentan en el aire por encima de la biosfera, pues ninguna zona de la atmósfera es aislada y existen siempre interconexiones que afectan al carácter regional (topoclimatológico) del área en cuestión. Así, pues, pastos, montes y bosque dependen de la presencia de ciertas condiciones; ecológicas-climáticas-edáficas (BELDA, 1997).

En general, la zona presenta una orografía bastante compleja, alcanzando cotas superiores a 1200 metros (Sierra de Aitana, 1558 m). Por otra parte, MELIÁ *et al.* (1996) analizaron que en la Comunidad Valenciana son los incendios forestales, el principal agente responsable de esta degradación, puesto que son el principal factor de riesgo de destrucción de la cubierta vegetal en una región en la que casi la mitad de su superficie, unas 1.105.500 ha, corresponden a zonas forestales.

La cantidad y distribución anual de precipitación en una región, especialmente durante determinados periodos del año, afecta al desarrollo y crecimiento de la vegetación. Para un crecimiento y desarrollo óptimos, las plantas requieren un suelo que les suministre agua así como los nutrientes que van disueltos en ella.

Finalmente, la utilización de un modelo digital del terreno (MDT) junto con el uso de buenos métodos de interpolación, nos llevan a generar diferentes capas de información fácilmente integrables en cualquier sistema de información geográfica (GIS).

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio comprende una superficie de aproximadamente 900 km² ubicada al Norte de la provincia de Alicante (figura 1) y en una pequeña parte en la provincia de Valencia. Esta zona viene delimitada en coordenadas UTM(m) por 730400 - 760400 y 4274000 - 4304000.

La zona comprende parte del denominado dominio bético. Constituye la porción peninsular más oriental del conjunto de la Cordillera Bética.

En general, la zona presenta una orografía bastante compleja. En su parte central se encuentran las Sierras de Serrella (1380 m) y de Aixorta (1124 m), al sur de las mismas localizamos la Sierra de Aitana, que con el monte de su mismo nombre es la elevación máxima de la provincia (1558 m) y que se continúa hacia el Este, con la Sierra de Bernia (1129 m) cuyas estribaciones llegan hasta la costa. Al norte de ésta y siguiendo una orientación perpendicular a la misma, se encuentra la Sierra de Ferrer que alcanza los 900 metros como altura máxima. Las Sierras de Alfaro, de la Carrasca, y del Almirante dominan la orografía de la zona norte del área de estudio. En la figura 2, se muestra esta distribución orográfica.

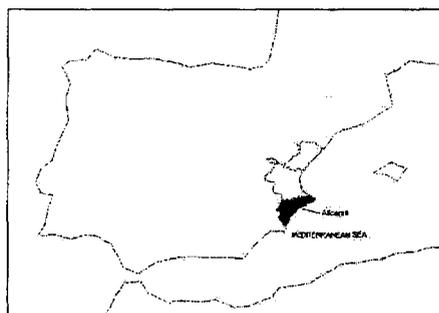


Fig. 1: Zona de estudio ubicada al norte de la provincia de Alicante y una pequeña parte de la provincia de Valencia.

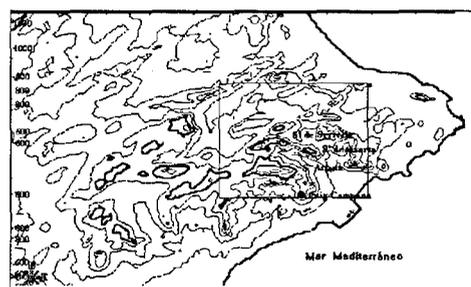


Fig. 2: El cuadro interior muestra la zona de estudio. Esta zona viene delimitada en coordenadas UTM(m) por 730400-760400 y 427400-430400.

3. METODOLOGÍA

La principal fuente con la que se ha contado ha sido las fichas diarias y los resúmenes mensuales de observaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología (figura 3).



Fig. 3: Observatorios de la zona de estudio (*O. termopluviométricos).

El período de registro de los observatorios existentes, presenta irregularidades en cuanto a duración, y un abanico temporal que imposibilita la utilización simultánea cronológicamente de todos los observatorios. La mayoría de los observatorios escogidos en esta zona, presentan series de más

de 30 años. A partir de estos datos se han construido series cronológicas amplias y homogéneas de precipitación y temperatura.

Para analizar las precipitaciones de la zona, se han utilizado los datos suministrados por 25 observatorios pluviométricos que posee el Instituto Nacional de Meteorología en el área de estudio. Los valores de precipitación se han obtenido con pluviómetros, en los que se han medido la precipitación diaria, y nos han sido suministrados por la Sección de Climatología del Centro Meteorológico Territorial de Valencia (I.N.M.).

Se estudia la distribución de las precipitaciones en períodos mensuales, estacionales, anuales, y en el período acumulado desde otoño a primavera. Se consideran años agrícolas, que se inician en septiembre y finalizan en agosto, en los que el otoño está constituido por los meses de septiembre, octubre y noviembre, el invierno por diciembre, enero y febrero, la primavera por marzo, abril y mayo, y el verano por junio, julio y agosto (BELDA, 1997).

Para realizar el estudio del régimen de temperaturas en la zona, elegimos el mayor número de años disponibles en la mayoría de los observatorios. En nuestro caso, el número de años disponibles oscila entre los 20 y los 45 (BELDA, 1997).

Los valores de las temperaturas extremas han sido suministrados por la Sección de Climatología del Centro Meteorológico Territorial de Valencia (I.N.M.). Para analizar las temperaturas, se han utilizado los datos suministrados por 12 observatorios termopluviométricos que posee el Instituto Nacional de Meteorología en el área de estudio.

Para cada uno de los períodos estudiados se ajustan los datos a una función de distribución comprobando la bondad del ajuste para cada uno de los casos.

Para la generación de los “grids” de temperaturas y precipitación se utilizan el método de interpolación Cokriging (PARDO-IGÚZQUIZA, 1998). Estudios similares han sido desarrollados por diferentes autores. WACKERNAGEL (1988) hizo un estudio comparativo de diferentes aproximaciones geoestadísticas para el análisis espacial de variables regionalizadas. MYERS (1991) establece una metodología para la interpolación y estimación espacial de variables espaciadas irregularmente. HUDSON y WACKERNAGEL (1994) utilizaron el Kriging introduciendo una función externa, que considera la variación de la temperatura con respecto a la longitud y a la latitud, para construir los mapas de temperatura media de enero en Escocia.

Por otra parte, utilizamos un modelo digital del terreno de 30*30 metros facilitada por el Departamento de Termodinámica de la Facultat de Física (Universitat de Valencia).

Para poder integrar las diferentes capas de información, reducimos la resolución del MDT a 150x150 metros (figura 4). El siguiente proceso fue reclasificar la imagen del MDT150 agrupando cada una de las celdas en cuatro grupos (figura 5) según la orientación (**1**: 0°-90°; **2**: 91°-180°; **3**: 181°-270°; **4**: 271-360°).

Finalmente, integramos toda la información en un Sistema de Información Geográfica (GIS), analizando las diferentes orientaciones y pendientes en función del régimen climático.

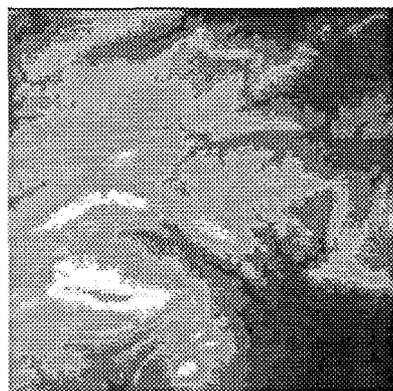


Fig. 4: Modelo Digital del Terreno (MDT 150X150). La escala numérica en hectómetros

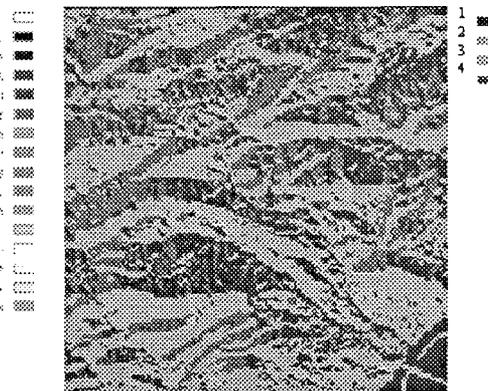


Fig. 5: Orientaciones agrupadas en cuatro cuadrantes

4. RESULTADOS

4.1 Climatología general de la zona

En general se aprecian máximos de lluvias relacionados con las áreas de mayor relieve (figura 6), que corresponde al área centrada al nordeste que totalizan de 700 a 800 mm/año.

A partir de este máximo se observa un marcado gradiente decreciente hacia el suroeste, debido principalmente al efecto pantalla que ejerce el relieve, que favorece las precipitaciones en las zonas abiertas a la influencia de los flujos húmedos de levante. Este hecho se remarca en las proximidades de Pego y Vall de Laguard, donde la intensificación de precipitaciones es notoria (600 a 800 mm/año). Se trata del extremo oriental de las alineaciones béticas que se benefician de los flujos húmedos de levante y de la inestabilidad de las depresiones o borrascas localizadas, fundamentalmente en otoño, sobre el mar balear y golfo de Valencia.

La evolución estacional de las precipitaciones marca ciertas precisiones respecto al marco general descrito. Así, en primavera se observa una estricta correspondencia entre la parte nororiental, como sectores lluviosos, y la parte suroccidental, como sectores secos. En verano, la irregularidad es la característica predominante manteniéndose las precipitaciones más abundantes en el extremo oriental de las estribaciones béticas. En otoño destaca como núcleo más húmedo el extremo nororiental de las sierras béticas (La Marina Alta). Es la estación más lluviosa en toda la zona. En invierno se confirma el régimen anual de las precipitaciones.

Las temperaturas medias siguen, en líneas generales la tendencia de aumentar de interior a costa, por efecto de la altitud. Los valores extremos de las medias anuales (figura 7), oscilan entre los 16°C y 18°C. Se observa, que las estribaciones béticas dividen a la zona en dos sectores, relativamente bien diferenciados. El primero situado en la parte nororiental del sistema bético, que por su proximidad al mar tiene inviernos poco rigurosos. El otro sector es la parte más occidental y sur, donde se registran las temperaturas medias anuales más bajas. La evolución de las temperaturas medias mensuales sigue un cierto retraso respecto al ritmo solar. Enero es el mes más frío en todos los observatorios. La recuperación de las temperaturas tras el mínimo anual se produce a un ritmo

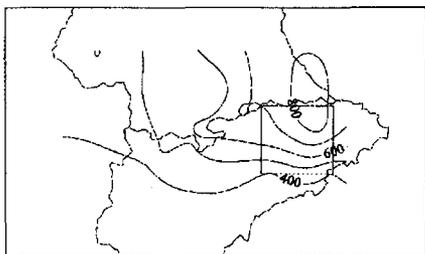


Fig. 6: Precipitación media anual (mm), calculada para el período 1955-99.

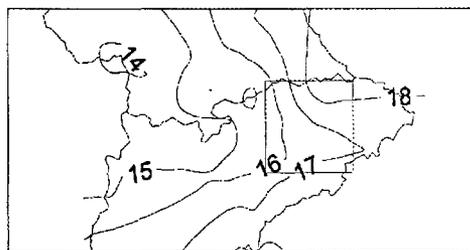


Fig. 7: Temperatura media anual (°C), calculada para el período 1960-99.

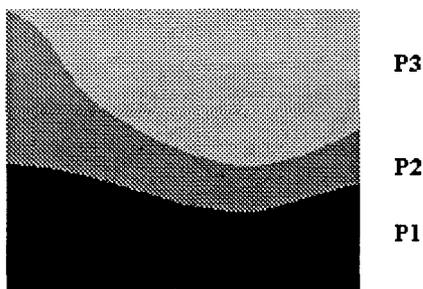


Fig. 8: Clasificación pluviométrica en tres zonas P3, Precipitaciones superiores a 700 mm, P2; Precipitaciones entre 600 y 700 mm, P1; Precipitaciones inferiores a 600 mm.

lento e irregular, que culmina en julio o agosto. Los escalones esenciales se dan de abril a mayo, en que la mayor radiación solar se une a la casi total desaparición de las penetraciones polares, y de junio a julio, ya que este intervalo, es en el que la insolación relativa alcanza mayores valores.

El régimen de brisas da lugar a una cierta penetración de la influencia marítima en el interior durante la primavera y verano, con la consecuencia de una marcada suavización de las temperaturas máximas.

En otoño, se producen descensos importantes de temperatura, de septiembre a octubre, y de una forma notable, de octubre a noviembre, debido al menor caldeoamiento solar y a la elevada frecuencia de penetraciones polares. En diciembre continúa el descenso (atenuado frecuentemente en el litoral por la relativa frecuencia de ponientes), que se prolonga hasta el mínimo anual, en enero.

A partir del análisis climatológico, se observa claramente que la precipitación es el parámetro principal para cualquier tipo de clasificación climática. Por esto, para la clasificación de las distintas áreas climáticas (figura 8) utilizaremos los cuartiles de las cantidades medias de la precipitación anual, estacional y acumulada de otoño, invierno y primavera. Las tres zonas obtenidas las denominaremos de P1 a P3, que junto con los observatorios que se encuentran englobados en cada uno de ellos, son las siguientes: **P1**. Precipitaciones inferiores a 600 mm.; **P2**. Precipitaciones entre 600 y 700 mm.; **P3**. Precipitaciones superiores a 700 mm..

En la figura 9 mostramos las frecuencias de cada una de las cuatro orientaciones definidas agrupadas por zonas climatológicas. Destacar en la zona P1, una mayor frecuencia de parcelas orientadas al segundo cuadrante. En la zona P2, destacar la uniformidad en la frecuencias de orientaciones, y en la zona P3, resaltar una marcada frecuencia en parcelas orientadas al primer y segundo cuadrante.

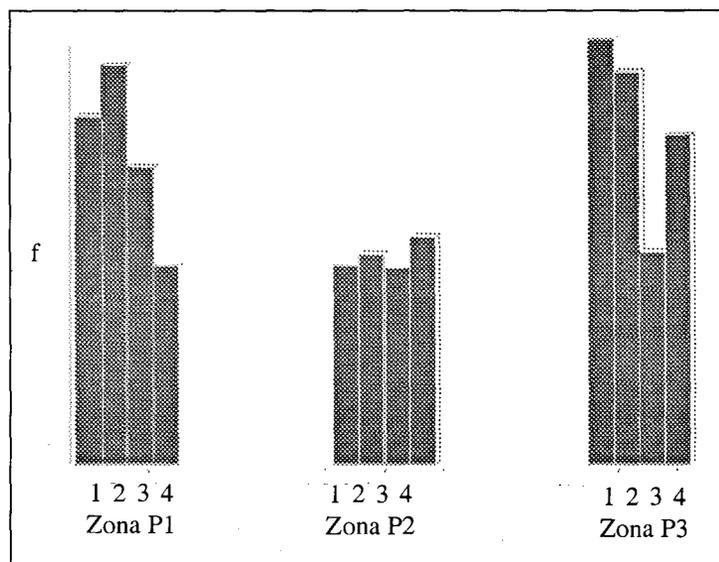


Fig. 9: Frecuencias de orientaciones por zonas climatológicas.

4.2 Análisis espacial

En primer lugar, analizamos para cada uno de los cuadrantes la precipitación media registrada (figura 10). Se observa claramente como las parcelas orientadas al primer cuadrante (0° - 90°) presentan un media muy superior a las restantes orientaciones, que presentan medias de precipitación similares con un máximo relativo para el cuarto cuadrante. En general, las parcelas abiertas a los vientos de levante (primer y segundo cuadrante) presentan medias de precipitación más altas. El análisis por zonas (figura 12), sigue el régimen general climático con valores más altos en la zona P3, y tanto para la zona P1 como para la zona P3, las parcelas orientadas al primer cuadrante presentan valores superiores. La zona P2, se comporta más uniforme siguiendo el histograma de frecuencias (figura 9).

Respecto a las temperaturas el resultado es inverso (figura 11). La temperatura media es más alta en las parcelas orientadas al cuarto cuadrante. Este resultado viene influido por la frecuencia de las orientaciones, donde se observa que la mayor parte de las parcelas con esta orientación se sitúan en la zona P3 (figura 9), con una temperatura media más alta (figura 13).

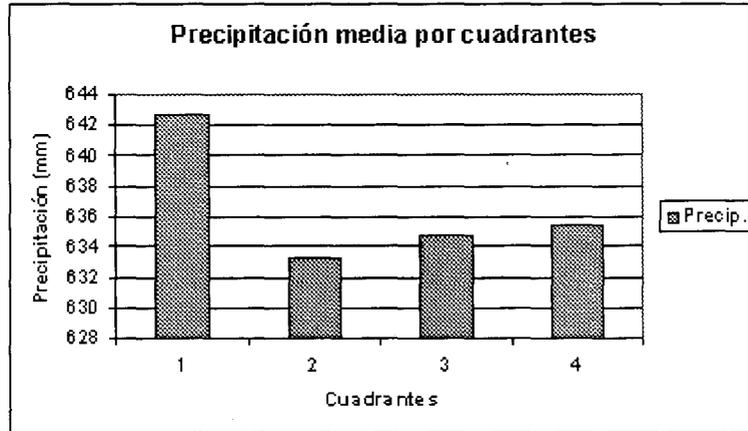


Fig. 10: Precipitación media por cuadrantes expresada en mm.

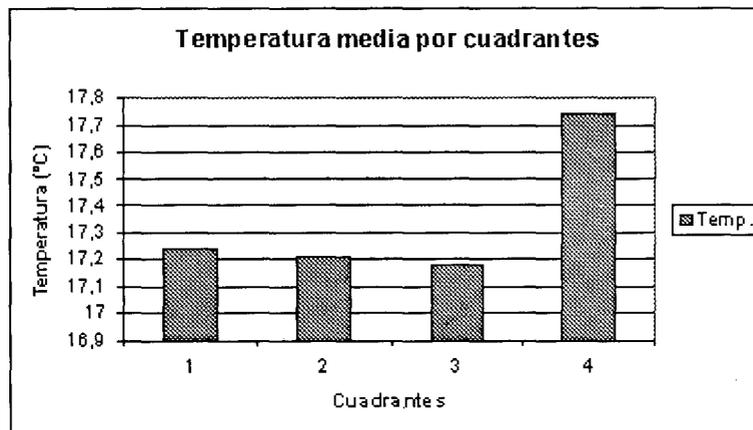


Fig. 11: Temperatura media por cuadrantes expresada en °C.

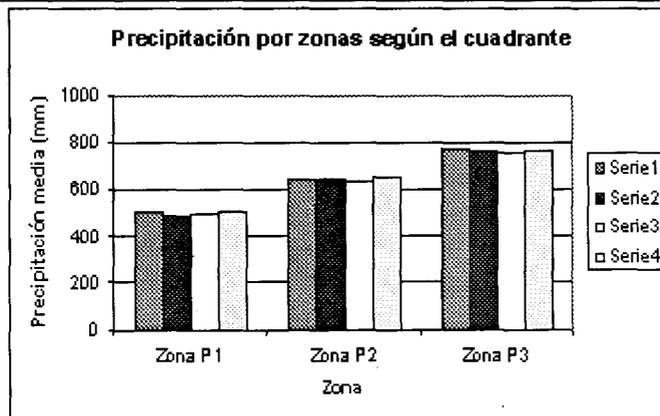


Fig. 12: Precipitación media por zonas según cuadrantes, expresada en mm.

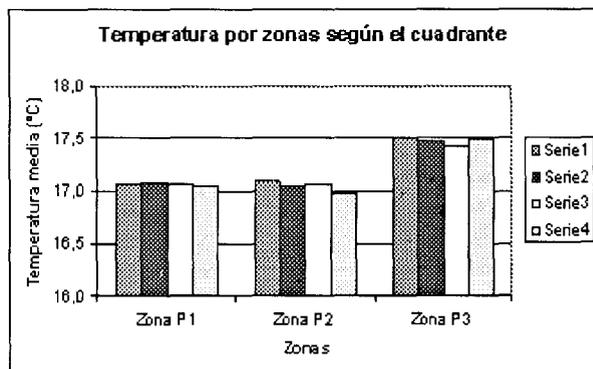


Fig. 13: Temperatura media por zonas según cuadrantes, expresada en °C.

4.3 Análisis temporal desde 1955-1999

Para el seguimiento temporal elegimos estaciones meteorológicas representativas de cada zona, para el análisis de la precipitación, Rellu (P1), Sella (P2) y Pego (P3), y para el análisis de la temperatura, Alicante (P1), Onteniente (P2) y Vall de Laguard (P3). En este último caso la escasez de datos de temperatura nos obliga a tomar como estaciones de referencia algunas situadas ligeramente fuera de la zona de estudio. Respecto a la precipitación (figura 14), la zona P1 presenta una menor variabilidad, y la zona P2 y P3 se comportan de forma más irregular. Se observa en los últimos diez años un descenso gradual de la precipitación. Respecto a la variación temporal de la temperatura (figura 15), la zona P2 presenta valores más bajos. Las zonas P1 y P3 se mantienen con variaciones más suaves y temperaturas más altas.

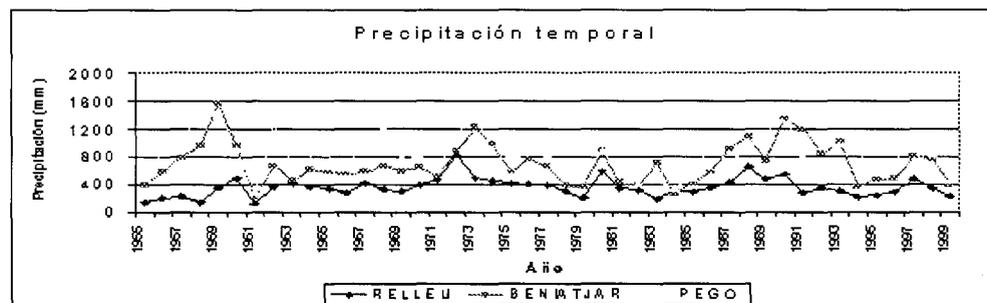


Fig. 14: Evolución temporal de la precipitación anual, expresada en mm, durante el período 1995-1999,

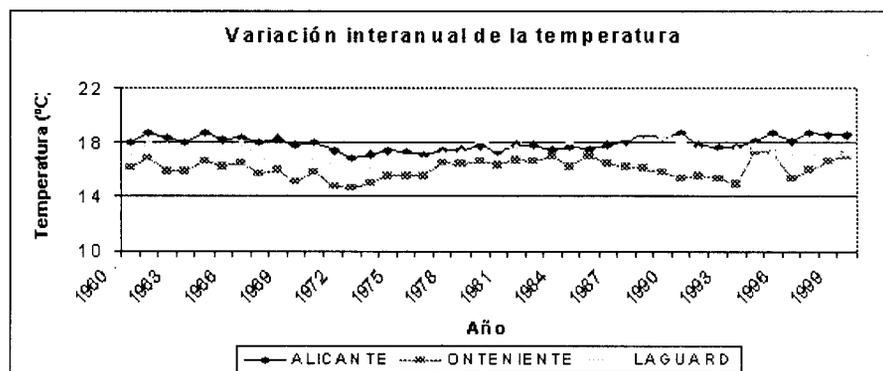


Fig. 15: Evolución temporal de la temperatura media anual, expresada en °C durante el período 1960-1999,

5. CONCLUSIONES

En general, el régimen de precipitaciones sigue un marcado gradiente decreciente hacia el suroeste, debido principalmente al efecto pantalla que ejerce el relieve, que favorece las precipitaciones en las zonas abiertas a la influencia de los flujos húmedos de levante. El máximo se da en el extremo oriental de las alineaciones béticas que se benefician de los flujos húmedos de levante y de la inestabilidad de las depresiones o borrascas localizadas, fundamentalmente en otoño, sobre el mar balear y golfo de Valencia. Por otra parte, en las áreas orientadas al 1ºQ. se registran precipitaciones medias más altas, confirmándose esta tendencia en el análisis por zonas climáticas. La distribución estacional de la precipitación se mantiene similar al período anual, mostrándose la zona P1 como bastante irregular.

El régimen de temperaturas viene fundamentalmente marcado por la cercanía al mar, donde el régimen de brisas da lugar a una cierta penetración de la influencia marítima en el interior durante la primavera y verano, con la consecuencia de una marcada suavización de las temperaturas. Así pues, las temperaturas medias de las zonas orientadas al 1º, 2º y 3º Q vienen reguladas por el efecto del mar.

Respecto a la variación temporal de la precipitación, la zona P1 presenta una menor variabilidad, y la zona P2 y P3 se comportan de forma más irregular. Se observa en los últimos diez años un descenso gradual de la precipitación.

Respecto a la variación temporal de la temperatura, la zona P2 presenta valores más bajos. Las zonas P1 y P3 se mantienen con variaciones más suaves y temperaturas más altas.

6. AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi agradecimiento al Centro Meteorológico Territorial de Valencia, en particular, a su director D. Manuel González Bernad, por las facilidades prestadas para la obtención de

los datos meteorológicos. Por otra parte, este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración del Departamento de Termodinámica de la Facultat de Física de la Unversidad de Valencia.

7. BIBLIOGRAFÍA

BASTIDA, J., Y LÓPEZ-BUENDÍA, A.M., (1993): "La litología en relación con procesos de erosión: su control mediante la teledetección". "La Teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. Climatología y desertificación", S. Gandía y J. Meliá (Eds.). Curso de Postgrado. Universitat de Valencia.

BELDA, F. (1997): "Climatología y Teledetección en zonas forestales de la provincia de Alicante. Aplicación a zonas incendiadas". Tesis Doctoral. Facultat de Física. Universitat de Valencia. España.

FAO and Université Catholique de Louvain (1995): "The Spatial Interpolation of Agroclimatic Data". Roma. Italia.

HUDSON, G., AND WACKERNAGEL, H., (1994): "Mapping Temperature using kriging with external drift: Theory and an example from Scotland". *International Journal of Climatology*, 14, 77-91.

MELIÁ, J., SEGARRA, D., BELDA, F., CABALLER, P., FORTEA, J.C., GARCÍA, J., y LÓPEZ, E., MORENO, J., SERRANO, J.C., VIEDMA, O. (1996): "Evaluación mediante teledetección de los procesos de reforestación en zonas afectadas por incendios". "La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana". CEAM (Generalitat Valenciana), 149-212.

MYERS, D.E., (1991): "Interpolation and estimation with spatially located data". *Chemometrics and Intelligent Laboratory System*, 11, 209-228.

PARDO-IGÚZQUIZA E. (1998): "Comparison of Geostatistical methods for estimating the areal average climatological rainfall mean using data on precipitation and topography". *International Journal of Climatology*, 18: 1031-1047.

WACKERNAGEL, H., (1988): "Geostatistical techniques for interpreting multivariate spatial information". Chung, C.F. et al. (Eds.), "Quantitative Analysis of Mineral and Energy Resources", NATO ASI Series, C 223, Reidel, Dordrecht, pp. 393-409.

