

# PRECIPITACIONES POR FRENTE ATLÁNTICOS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA: CAMBIOS Y TENDENCIAS EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS

M.J. Estrela, J.J. Miró, F. Pastor, M. Millán

Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo, Parque Tecnológico de Paterna. C/.Charles R. Darwin N°14, 46980 - Paterna – Valencia (España)

## *ABSTRACT*

En las últimas décadas del siglo XX se han detectado cambios en el régimen de precipitaciones en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica, dominados por un descenso general de las precipitaciones totales. Este descenso enmascara importantes diferencias dependiendo del origen de la precipitación ya sea de frente atlántico, de ciclogénesis mediterráneas o de situaciones convectivas. El objetivo de este trabajo es analizar los cambios que se han producido en las precipitaciones procedentes únicamente de frente atlántico en la Comunidad Valenciana. Los resultados confirman una tendencia clara al descenso del volumen absoluto anual en el caso de frentes atlánticos. Según lo anterior, el escenario de futuro se traduce en una zona interior de condiciones cada vez más áridas frente a una zona litoral con mayores aportes de agua pero con tendencia a un marcado carácter torrencial.

*Palabras clave: frente atlántico, tendencias, interior de la Comunidad Valenciana, descenso pluviométrico.*

## *ABSTRACT*

During the last decades of the last century some changes have been detected in the precipitation regime in the Spanish Mediterranean coast, showing a generalized decrease in the precipitation totals. This decrease masks important differences if we disintegrate the precipitations attending to their originating processes (atlantic fronts, mediterranean cyclogenesis and convective rains). The objective of this work is to analyze the changes in the precipitation regime in the Valencian region just in the case of precipitation coming from atlantic fronts. Our results corroborate a clear tendency to a decrease in the absolute annual volume of precipitation in the case of atlantic fronts. Following, the future scenario in the Valencian region leads to a drier and arid inner regions in front of coastal areas with increasing precipitation inputs but with a tendency to a marked torrential character.

*Keywords: atlantic front, tendencies, inner Valencian region, pluviometric decrease.*

## **1. INTRODUCCIÓN**

El análisis de la variabilidad climática ha acaparado el interés de numerosos climatólogos en las últimas décadas del siglo XX, sobre todo bajo la tutela del cambio global. Sin embargo, y a pesar de los numerosos estudios que se ha llevado a cabo aún quedan muchos huecos a cubrir sobre todo porque es difícil llegar a definir y relacionar un tipo de señal específica con el propio cambio global cuando no se conoce con profundidad el sistema climático.

Mientras que globalmente para las precipitaciones se puede hablar de una tendencia positiva para el Norte de Europa, para los países del Sur la tendencia es claramente negativa (Houghton et al, 1996; Schönwiese and Rapp, 1997). Así, en el contexto del clima

Mediterráneo la variabilidad en las precipitaciones, y más concretamente si ésta se dirige hacia un descenso de las mismas, puede tener enormes consecuencias para la población y las actividades humanas en estas regiones. Y esto sobre todo si se tiene en cuenta que una de las características más sobresaliente de este clima es la gran variabilidad anual y multianual de la precipitación.

La Comunidad Valenciana, por su situación al Este de la Península Ibérica, y a sotavento de todas las advecciones de origen atlántico, no recibe cantidades importantes de precipitación procedente de frentes atlánticos, siendo las de origen mediterráneo el principal “input” pluviométrico. Sin embargo estas precipitaciones atlánticas sí adquieren una importancia relativa en la franja más interior de la Comunidad, llegando a constituir en las zonas relativamente mejor favorecidas del interior hasta un 40% de la precipitación anual mientras que en la franja costera y prelitoral sólo suponen el 15-20% de la precipitación anual.

En las últimas décadas del siglo XX se han detectado cambios en el régimen de precipitaciones en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica, dominados por un descenso general de las precipitaciones totales. Sin embargo, este descenso enmascara no obstante importantes diferencias dependiendo del origen de la precipitación: 1) tormentas de verano (convectivas), 2) precipitaciones relacionadas con el paso de sistemas frontales atlánticos, y 3) precipitaciones resultado de ciclogénesis mediterráneas o frente de retroceso, de carácter torrencial y de localización más litoral.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es el estudio de las precipitaciones en la Comunidad Valenciana centrándonos exclusivamente en las relacionadas con los frentes atlánticos dado que hemos detectado, a partir de diferentes proyectos, una tendencia en las últimas décadas al descenso de la precipitación en las zonas del interior frente a un mantenimiento o incluso ascenso en el litoral. El estudio se realiza partiendo de un análisis desagregado de la precipitación, para el período de análisis de 1959-2002, según los tipos sinópticos más importantes y su cruce con los datos pluviométricos.

## **2. MARCO CLIMÁTICO Y GEOGRÁFICO. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN**

Gran parte de la Comunidad Valenciana presenta un clima semiárido con precipitaciones anuales entre 300 y 500 mm. El extremo Sur tiene una relativa mayor aridez con precipitaciones por debajo de los 300 mm (Peñarrocha, D., 1994; 1990). Por otro lado, y debido a la orografía hay dos áreas con elevada precipitación siendo ésta superior a los 800 mm (una localizada al Sur del Golfo de Valencia en el extremo Este del Prebético y la otra en el interior Norte del territorio).

Cuando se analiza la precipitación es necesario conocer los diferentes procesos que afectan su génesis y la importancia relativa de cada uno de ellos. Sin embargo, hay pocos análisis de este tipo en la bibliografía científica, debido en parte a la dificultad que conlleva realizar buenos análisis sinópticos. Los estudios llevados a cabo para varios proyectos europeos nos han permitido conocer los procesos meteorológicos propios de la región que afectan al sistema hidrológico. Tres son las situaciones sinópticas que actúan como principales “inputs” del sistema hidrológico en la Comunidad Valenciana:

Tipo 1. Precipitación por ciclogénesis mediterráneas. Esta implica a menudo complejos sistemas convectivos mesoescalares, tipo frente de retroceso, que provoca precipitaciones intensas en la costa Este española. En estas situaciones la temperatura del mar mediterráneo juega un importante papel. (Millán et al., 1995, Estrela, et al., 2002).

Tipo 2. Precipitaciones de frente atlántico. Están relacionadas con bajas atlánticas que envían frentes que cruzan toda la Península. El volumen de la precipitación en la costa mediterránea no es muy importante. Este “input” parece ser el menos afectado por procesos mesoescalares locales y regionales y procesos de feedback. (Millán, M., 1997).

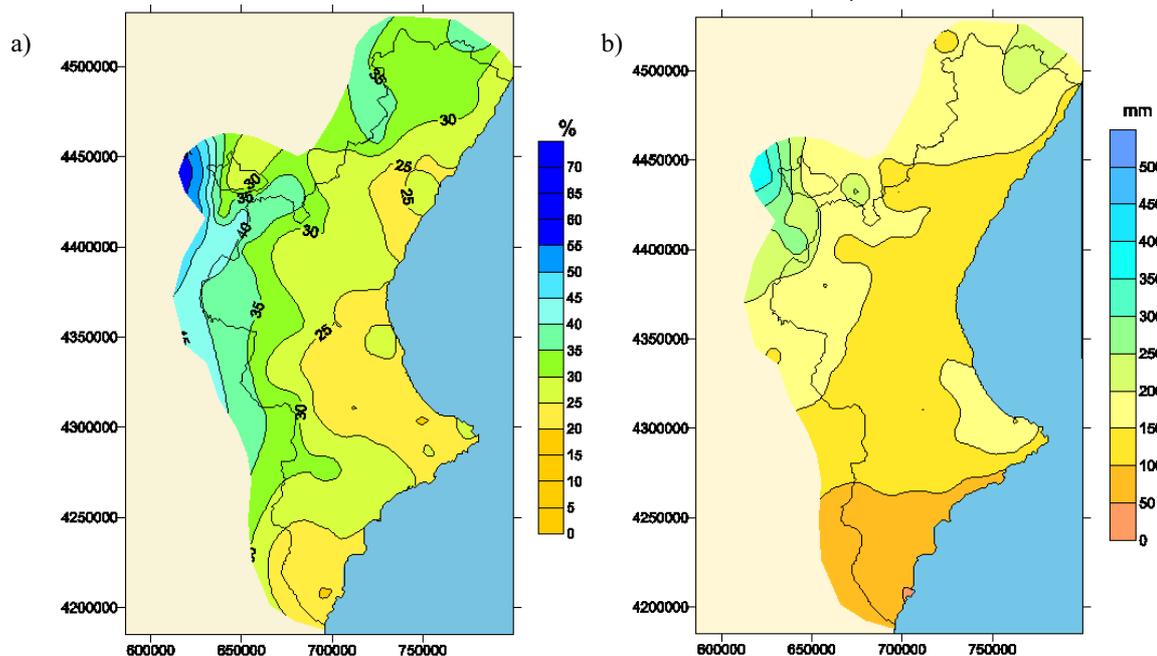
Tipo 3. Situaciones convectivas de verano. Hace referencia a tormentas orográficas o convectivas. La génesis de estas precipitaciones esta relacionada con la formación de la Baja Térmica Ibérica.

Estas tres situaciones sinópticas muestran diferentes patrones de distribución espacial. La precipitación procedente de ciclogénesis mediterráneas (Millán, et al 1995) es más abundante cerca de la costa aunque es el principal “input” en todas las áreas, salvo el extremo interior. Las procedentes de tormentas convectivas tienen una distribución asociada con las cadenas montañosas del interior Norte. De hecho, en esta área da cantidades de precipitación por encima de los 100-125 mm anuales. Estas precipitaciones disminuyen hacia la costa y en el extremo Sur de la región donde sólo representan el 10% del total.

Las situaciones objeto de análisis en este trabajo, las de “frente atlántico”, constituyen el segundo “input” más importante en la Comunidad Valenciana aunque con bastante distancia en los valores absolutos y relativos respecto al primero, las ciclogénesis mediterráneas. No obstante, aún tienen un peso relativo importante en muchos puntos del interior de la Comunidad y esto es debido a:

- la relativa eficacia de algunos frentes atlánticos al alcanzar la zona más interior de la Comunidad, mientras que hacia el litoral, estos frentes ya no tienen apenas actividad a no ser que se produzca algún tipo de convergencia que permita la entrada superficial de vientos mediterráneos en una fase previa.
- La menor eficacia pluviométrica de las advecciones puramente mediterráneas o de Levante en estas áreas, por lo que la importancia y dependencia de algunos puntos muy interiores de la Comunidad respecto a las advecciones atlánticas se hace más importante. Ello sucede sobre todo en la zona más interior y Noroeste de la provincia de Valencia, donde se dan porcentajes del 35 al 40% sobre el total de precipitación, para las situaciones de frente atlántico, convirtiéndose en algunos casos en el principal “input” pluviométrico (Figura 1).

**Figura 1: a) Porcentaje de la precipitación media anual por “frente atlántico” sobre la media anual total (1960-1990); b) Precipitación media anual por frente atlántico. Periodo estándar 1960-1990.**



Este “input” tiene relativa importancia en áreas con mayor grado de "aridez", como es el caso del interior occidental de la Provincia de Alicante, donde las eventuales aportaciones de

los frentes atlánticos, aunque pobres, mejoran la regularidad de las precipitaciones, que ya de por sí son exiguas y tendentes a una alta irregularidad. De hecho puede considerarse que las precipitaciones de origen atlántico serían las que ofrecen un comportamiento intraanual relativamente más regular, y menos espasmódico o concentrado en pocas horas y días, en comparación a los otros dos “inputs” pluviométricos que, a pesar de tener más peso en el total pluviométrico, llevan implícita una alta irregularidad y mayor propensión a fenómenos torrenciales, erosivos e incluso de aridez.

También en el interior Norte de Castellón se alcanzan porcentajes superiores al 30% sobre el total de precipitación, para las situaciones de frente atlántico. Mientras que por el contrario en toda la franja litoral de la Comunidad los porcentajes son generalmente inferiores al 25%, y aunque se observan algunas diferencias, en ningún caso se llega al 30%. A todo esto cabe añadir que estas precipitaciones de origen atlántico tienen relativamente los mayores aportes y regularidad precisamente en las cabeceras de las cuencas de la red hidrográfica mediterránea, donde las precipitaciones tienen una mayor repercusión socioeconómica. Por tanto, es fácil concluir que las precipitaciones procedentes de frentes atlánticos tienen en conjunto una importancia socioeconómica para la Comunidad Valenciana mayor de lo que a menudo se considera.

### **3.- ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### **3.1. Evolución de la precipitación por frente atlántico. Periodo 1959-2000.**

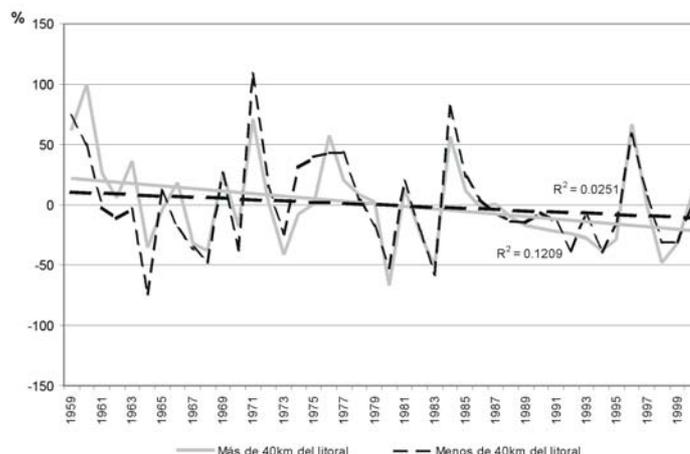
A la hora de analizar la evolución de los totales de precipitación en la Comunidad Valenciana, lo primero que llama la atención es la tendencia evidente a una disminución de los totales anuales en muchas zonas de la Comunidad, fundamentalmente del interior, mientras que en la franja litoral no se aprecia ese descenso. Incluso en algunas áreas, tradicionalmente los polos húmedos prelitorales, más afectados y dependientes de las advecciones puramente mediterráneas (frente de retroceso), se aprecian tendencias al aumento de la precipitación global.

Para este análisis hemos considerado aquellas estaciones de la Comunidad con un mínimo de 30 años de registro en el periodo 1959-2000, y con más del 96% de registros válidos. La información se ha dividido por un lado en las estaciones localizadas a más de 40km del litoral, como representativas del interior, y por otro, las situadas a menos de 40km, como representativas de la franja litoral y prelitoral.

Los resultados, para la evolución de los totales anuales promedio por cada grupo, muestran una tendencia al descenso medio de la precipitación para la franja interior cercano al 25% a lo largo del periodo, mientras que en el conjunto de la franja litoral-prelitoral, prácticamente no se aprecia ninguna tendencia. Es evidente que tanto en el interior como en la franja litoral y prelitoral existe una clara tendencia a aumentar la irregularidad interanual, aún incluso mayor en la franja interior.

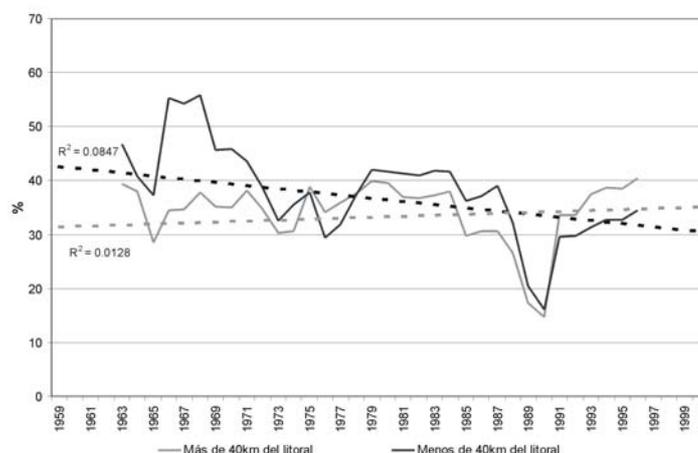
Sin embargo, al considerar el desglose de la precipitación en los tres “inputs” señalados, se observa claramente que la responsabilidad del descenso recae sobre las situaciones de “frente atlántico” (figura 2), aunque también se aprecia para las precipitaciones convectivas, mientras que en las ciclogénesis mediterráneas, de localización más litoral, la tendencia es al contrario.

**Figura 2: Variaciones porcentuales sobre la precipitación anual media con situaciones de frente atlántico y tendencia de la precipitación. Periodo 1959-1990.**



Por tanto, se observa un descenso claro de la precipitación en estas situaciones tanto en la franja interior como en la litoral, siendo más pronunciado en el interior, precisamente donde este tipo de precipitaciones posee mayor importancia y significación, llegándose a alcanzar una tendencia al descenso medio en el periodo de hasta el 40% (figura 3).

**Figura 3: Coeficiente de variación interanual de la precipitación anual en la Comunidad Valenciana por frente atlántico (sobre medias móviles de 10 años) y su tendencia.**



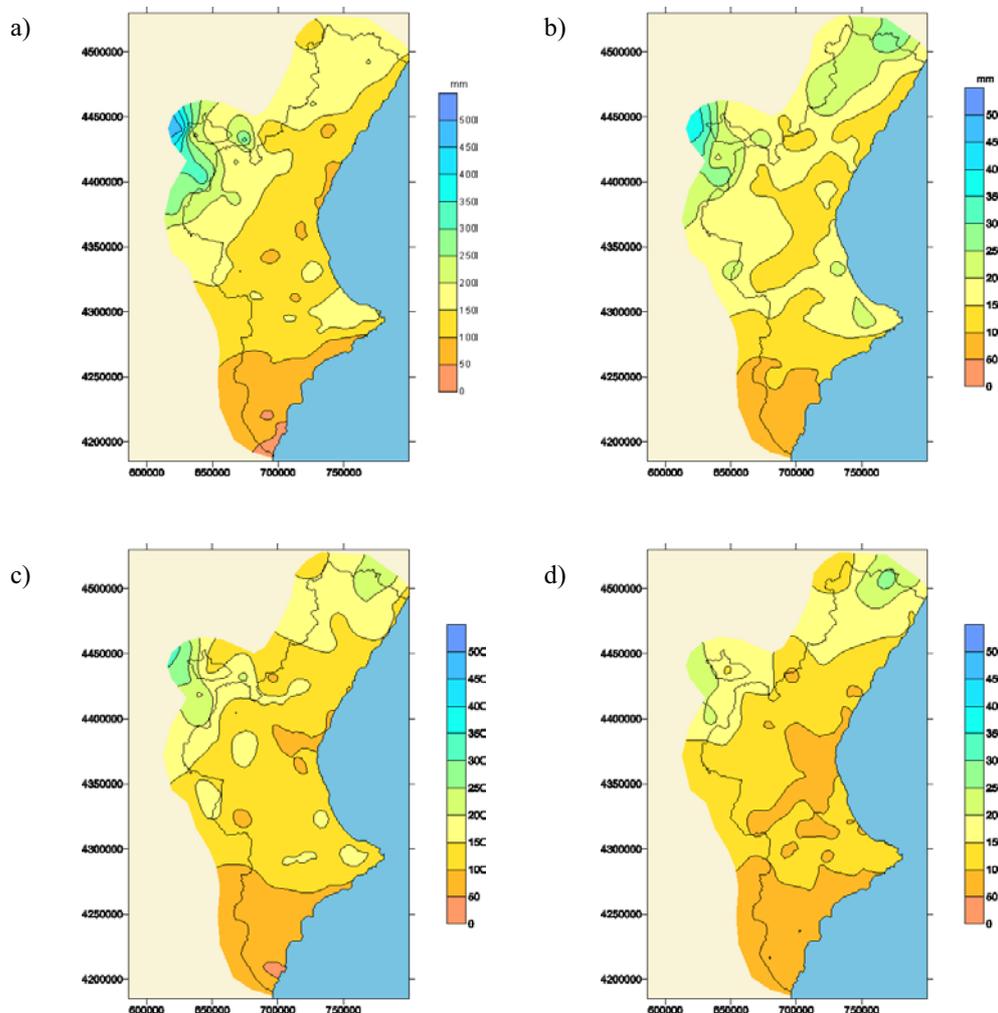
Otro elemento a destacar en el análisis es la evolución de la irregularidad interanual de la precipitación de este tipo, precisamente porque se contrasta lo que ocurre en el interior con lo sucedido en el litoral. Así, mientras en el interior se observa una débil tendencia a aumentar, en el litoral, por el contrario, se observa una clara tendencia a disminuir. Esa tendencia se podría relacionar con el descenso más amortiguado que se observa en la precipitación por “frente atlántico” en la franja litoral. Esto puede ponerse en relación con posibles leves cambios en los patrones de la circulación general en esta latitud, tal vez por la pérdida de vigor del flujo del Oeste en advecciones típicamente zonales, que daría como resultado el paso de frentes bajo ondas más sinuosas o situadas en latitudes más altas, con menor fuerza del flujo del Oeste para la vertiente mediterránea y, por el contrario, con una mayor tendencia a convergencias resultantes de eventuales entradas de aire mediterráneo en superficie conjuntamente al paso del frente.

### 3.2. Cambios en la distribución espacial de la precipitación por frente atlántico. Periodo 1959-2000

Los mapas correspondientes a los promedios anuales de precipitación por décadas para el período 1959-2000 muestran cambios en la distribución espacial de la precipitación por frente atlántico (figura 4). Cabe destacar que para muchos sectores de la Comunidad la segunda década (1970-1979) es la que muestra los valores más elevados de precipitación por frente atlántico. Sin embargo, esto no debe enmascarar la tendencia de fondo que existe al descenso palpable en la de 1980-89 y muy marcada ya en la de 1990-2000, mucho más seca que todas las anteriores.

Esta situación se agrava para la franja más interior de la provincia de Valencia, y concretamente en el sector Noroeste y extremo Suroccidental de la provincia de Castellón. En estas áreas se produce un descenso continuado a lo largo de todas las décadas. Esto es especialmente importante porque en estos sectores el “input” principal del sistema son los frentes atlánticos y además, es el área de recarga hídrica de las cuencas más importantes de la Comunidad como son las de los ríos Turia y Júcar.

*Figura 4: Precipitación media anual por frente atlántico: a) 1959-1969, b) 1970-1979, c) 1980-1989, d) 1990-2000*



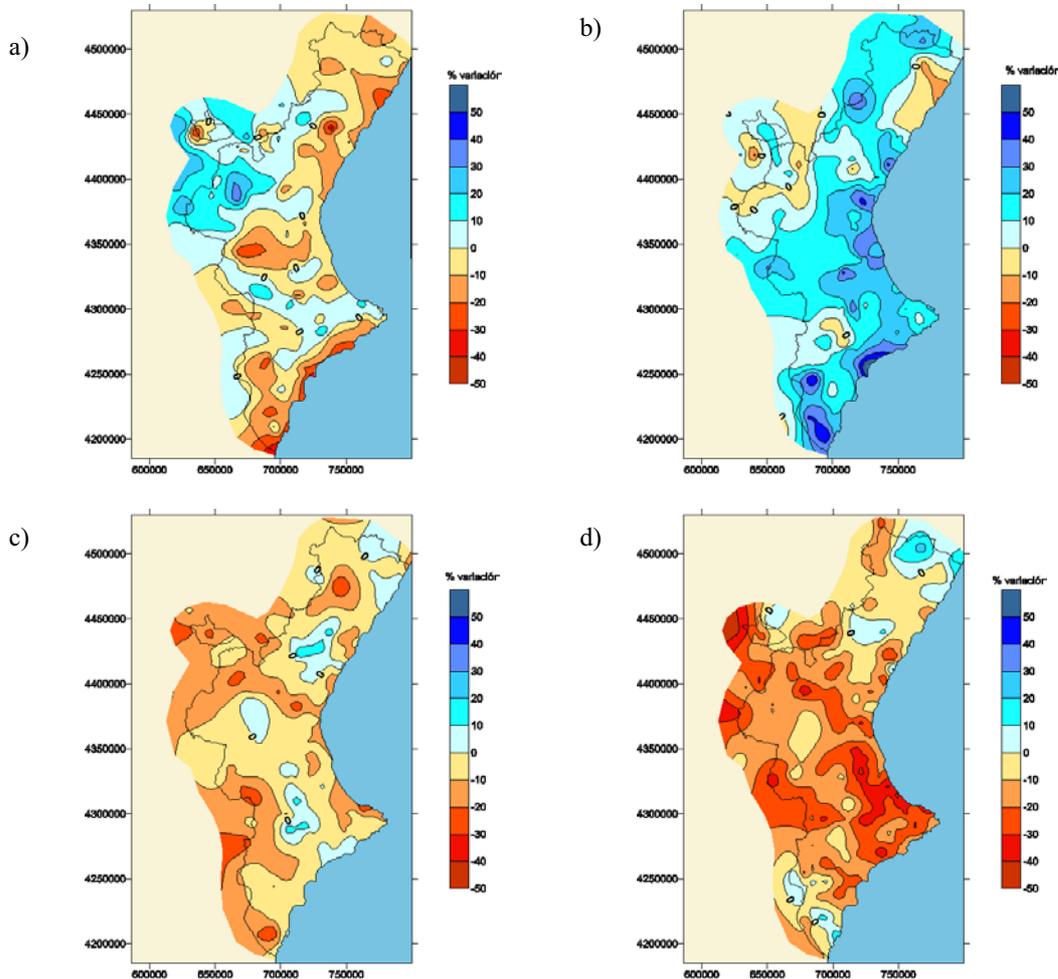
Si se lleva a cabo un análisis de la distribución de las anomalías (figura 5), semejante al realizado por décadas, tomando como período de referencia 1960-90, se aprecia la importancia de los cambios espaciales de la precipitación por frente atlántico respecto del

total en cada una de las áreas. Lo más destacable es el descenso continuo que se registra en la mayor parte del interior Noroeste de Valencia que pasa de tener valores aproximadamente un 20% por encima de la media anual estándar a valores de hasta incluso un 40% inferiores a esta media en áreas del interior del Rincón de Ademuz, en la última década (1990-2000).

Para la última década se observan valores un 30% inferiores al promedio estándar, o incluso más bajos, en la zona Nordeste de Alicante y Sudeste de Valencia (más litorales o prelitorales). Sin embargo, en este caso sí se observa una alternancia entre décadas secas y húmedas, lo que es propio del clima de alta irregularidad interanual de esta zona. Además, en esta zona el peso relativo de la precipitación por “frente atlántico” es prácticamente el menor de toda la Comunidad, al tener aquí una enorme repercusión pluviométrica las advecciones de Levante o ciclogénesis mediterráneas, siendo poco significativas las relativas a frente atlántico.

Para el resto de la Comunidad Valenciana se observa en general una tendencia moderada al descenso aunque con altibajos; de hecho, la segunda década de 1970-79 es la que muestra los valores relativos mayores. No obstante, destacan dos excepciones, por un lado el tercio Nordeste de Castellón (litoral y franja intermedia del extremo Norte), donde se observa una tendencia progresiva, sin altibajos, al aumento de los valores relativos de precipitación. Y por otro, el litoral del extremo Sur de la Comunidad, donde no hay tendencia (o tal vez al aumento), pero con grandes altibajos propios de la alta irregularidad interanual que aquí se registra, además de ser una zona donde el peso de la precipitación por “frente atlántico” sobre el total es muy escaso.

**Figura :5: Porcentaje de la variación de la precipitación media anual por frente atlántico respecto a la precipitación estándar del periodo 1960-1990: a) 1959-1969, b) 1970-1979, c) 1980-1989, d)1990-2000**



#### 4. CONCLUSIONES

A tenor de los resultados obtenidos del análisis desagregado de la precipitación en la Comunidad Valenciana y concretamente los referentes al “input” de frente atlántico, podemos afirmar que:

- 1.- La precipitación en la franja más interior de la Comunidad Valenciana se encuentra inmersa en una tendencia al descenso moderado entre los años 1959 y 2000, tendencia que por el contrario no se produce en la franja litoral y prelitoral.
- 2.- La irregularidad interanual de las precipitaciones aumenta en toda la Comunidad sin excepción, pero el ascenso es mayor en la franja más interior, donde sus valores normales en principio son menores a los del litoral, pero que en los últimos años tienden a converger con los del litoral.
- 3.- Gran parte de la responsabilidad de estos hechos la tiene la pérdida en volumen de las precipitaciones de frente atlántico, que han tenido un descenso continuado en el periodo 1959-2000 en la franja más interior y Noroeste de la provincia de Valencia y área limítrofe de Castellón. El descenso se muestra más moderado y con altibajos en el resto.
- 4.- La zona afectada por estos hechos, de claro descenso pluviométrico sumado a la pérdida de eficiencia de la precipitación, afecta a áreas de recarga hídrica importante para la cuenca del Turia y parte de la del Júcar. Las repercusiones de tipo socioeconómico que de ello se pueden derivar son pues muy significativas, fundamentalmente de continuar con la tendencia observada en los próximos años.
- 5.- Según estos resultados el escenario de futuro, de mantenerse la tendencia, podría ser hacia unas condiciones más áridas en el interior frente a una zona litoral con mayores aportes de agua pero con tendencia a un más marcado carácter torrencial.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo de la Generalitat Valenciana, contrato número CTIDIB/2002/109 y del Ministerio de Ciencia y Tecnología, contrato número REN2001-1086/HID. La Fundación CEAM está financiada por la Generalitat Valenciana y BANCAIXA.

#### REFERENCES

- Estrela, M.J., Millán, M., Peñarrocha, D., Pastor, F. 2002. De la Gota Fría al Frente de Retroceso. Las precipitaciones intensas en la Comunidad Valenciana. Colección Interciencias 17. UNED-CEAM.
- Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A., Maskell, K. (eds) 1996. IPCC Climate Change. The IPCC Second Assessment Report. Cambridge University Press: New York.
- Millán, M. 1997. “Sustainable development, water resources and global change in the Mediterranean Basin”. Conferencia Mediterránea del Agua. Valencia 21-24 de Mayo, 1997.
- Millán, M., Estrela, M.J., Caselles, V. 1995. “Torrential precipitations on the Spanish east coast: the role of the Mediterranean sea surface temperature”. Atmospheric Research **36**. 1-16.
- Peñarrocha, D. 1990. “La precipitació a l’extrem oriental de les serres bètiques” III Congrés d’estudis de La Marina Alta, Actes. Alacant. 583-590.
- Peñarrocha, D. 1994. “Precipitacions: volums i distribució espacial”. En: *Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1990)*. Pérez Cueva, A., Generalitat Valenciana, Conselleria d’Obres Públiques, Urbanisme i Transports. 86-89.
- Schönwiese, C.D., Rapp, J. 1997. Climate trend atlas of Europe based on observations 1891-1990. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.