

EVALUACIÓN DE UN MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA DE LLUVIAS INTENSAS EN TERRITORIO VALENCIANO CON EL EPISODIO DE OCTUBRE DE 2000

R. ARMENGOT SERRANO*, J.J. ABELLÁN ANDRÉS** y A.J. PÉREZ CUEVA***

* *Centro Meteorológico Territorial de Valencia (INM)*

** *Dep. Estadística i Investigació Operativa, Univ. Valencia*

*** *Dep. Geografía, Univ. Valencia*

RESUMEN

En este trabajo se aplican al episodio de lluvias de Octubre-2000 los modelos de regresión logística desarrollados en ARMENGOT (2000) para la predicción de lluvias intensas en territorio valenciano. Para un umbral del 50% de nivel de probabilidad (el más exigente de los aplicados) el acierto para los 6 días considerados ha sido del 100%. El contraste de los modelos ha llegado a discriminar satisfactoriamente tanto la predicción de lluvias intensas como la de volúmenes elevados: el día 21-X-2000 es un caso en que los modelos hubieran predicho presencia de lluvias intensas (>100 mm/día) y ausencia de volúmenes elevados (<400 hm³), lo que realmente sucedió.

Palabras Clave: precipitaciones intensas, regresión logística, predicción de lluvias, Comunidad Valenciana.

ABSTRACT

The logistic regression models developed in ARMENGOT (2000) to forecast heavy rainfalls in the Valencian country are here applied to the October 2000 rainy event. For a 50% probability threshold (the most demanding level among the ones applied), the accuracy for the six considered days is 100%. The contrast between the two tested models allows to discern properly the forecast of both reavy rainfalls and high volumes of precipitation: October 21st 2000 is a case in which the models would have forecast presence of heavy rain (more than 100 mm/day) and lack of high volumes (less than 400 hm³), what really happened.

Key words: heavy rainfall, logistic regression, rainfall forecasting, Valencian region

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Durante los días 21 a 24 de Octubre de 2000 se produjo una situación de lluvias intensas en la fachada mediterránea española, con especial incidencia en las comarcas meridionales de Cataluña y en las comunidades de Valencia y Murcia. A lo largo de dicho episodio se totalizaron cantidades

próximas a los 600 mm en el Baix Maestrat y Ports de Morella, en el norte de Castelló, y en las cuencas del río Magre y barranco de Xiva, en la provincia de València. Pero el rasgo más sobresaliente de dicho temporal fue el volumen total de agua precipitada en el conjunto de la Comunidad Valenciana y en su entorno inmediato, ya que se totalizaron cerca de 7.000 hm³ en el conjunto del temporal, lo que constituye la mayor cantidad de agua precipitada en un temporal como mínimo desde 1950, y probablemente en todo el siglo XX. Asimismo, el día 23 de Octubre resultó ser el de mayor volumen de agua precipitada en la serie disponible. Este temporal desbancó claramente al que hasta entonces había supuesto el mayor volumen de precipitación de la serie, el de 19-21 de Octubre de 1982, que a su vez constituía el máximo de forma destacada. El hecho de que las consecuencias catastróficas hayan sido notablemente inferiores a las de anteriores temporales no debe hacer perder de vista la importancia histórica del mismo, que incide especialmente en los factores de recurso hídrico en sus diferentes vertientes: aportación a la agricultura, drenaje a través de los cauces fluviales, aumento muy notable del nivel de los embalses en un solo episodio, y recarga de los acuíferos subterráneos.

La presente comunicación pretende probar, en un episodio de lluvias intensas tan significativo como el mencionado, la metodología de modelización estadística y predicción expuesta en ARMENGOT (2000) para los días de lluvia intensa en la Comunidad Valenciana. Para ello ha sido necesario efectuar una evaluación previa de las magnitudes pluviométricas fundamentales del presente temporal, día a día, así como de sus parámetros troposféricos definidores, que funcionando como entradas del modelo de regresión logística permitan verificar si dicho modelo predecía adecuadamente el riesgo de lluvias intensas en el presente episodio. Previamente, se encuadran las lluvias intensas de la Comunidad Valenciana en su contexto meteorológico, se establecen las hipótesis de partida para su modelización y se exponen las fases de construcción del modelo validado con los datos de los años 1976-90, así como los resultados obtenidos. Finalmente, se aplica dicho modelo al episodio de Octubre de 2000 y se exponen los resultados obtenidos.

2. MARCO SINÓPTICO DE LAS LLUVIAS INTENSAS VALENCIANAS

En ARMENGOT (1993) se abordaba el estudio de los marcos sinópticos generadores de los 131 casos de lluvia intensa del período 1976-90. Una de las conclusiones entonces obtenidas era la confirmación de la presencia de un centro de acción en la troposfera media en el entorno del entorno valenciano, habitualmente una baja aislada, o en ocasiones una vaguada inserta en la circulación general. También se constató la presencia habitual de un flujo de componente Este en capas bajas, que en caso de tener la suficiente entidad podía no requerir la presencia de un centro de forzamiento en la troposfera media para producir lluvias intensas en el área.

Como fruto de ello se obtuvieron parámetros de todos los días que cumplieran dichas condiciones, potencialmente favorables a la lluvia intensa. El número de días que cumplían los requisitos sinópticos era 575 de los 5.479 del período, es decir, el 10,5 %; de ellos, 102 (es decir, el 17,7 %) habían producido lluvia intensa. Además, se contabilizaron 28 casos que, sin reunir los requisitos mencionados, habían superado dicho umbral, hasta totalizar los 130 casos intensos detectados. Por tanto, el 78,5% de los días de precipitación intensa se ajustaban al patrón antedicho.

2.1. Elementos potenciadores de las precipitaciones intensas

Según ARMENGOT (1993) y ARMENGOT (2000), los elementos potenciadores de las precipitaciones intensas son:

- En la **troposfera media y alta** destacan: la nula correlación existente entre **temperatura en 500 hpa** y precipitación intensa, la necesaria existencia de un **centro de acción**, que en la mayoría de casos son bajas claramente aisladas; respecto a la **posición del centro de acción**, la mayoría de las bajas se sitúa al sudoeste del área, quedando así el territorio valenciano en su ángulo más activo, el nordeste. En cuanto a su **desplazamiento**, se constata la mayor eficiencia de las bajas con componente Sur en su procedencia, hecho ligado a la consiguiente advección de vorticidad.

- En la **troposfera baja**, referida a los 3 kilómetros inferiores de la atmósfera, donde se concentra casi toda el agua precipitable y donde se produce la interrelación con el sustrato marino y con el relieve terrestre destaca: la **temperatura en 850 hpa** que resulta un buen indicador de la potencialidad del episodio; por otra parte, se precisan elevadas temperaturas del agua del mar que garanticen un gradiente térmico en capas bajas. Un buen indicador es el **punto de rocío en 700 hPa**, lo que prueba la importancia del espesor de la masa húmeda. La **depresión del punto de rocío** es menos reveladora que el punto de rocío en sí. Sin embargo, los modelos estadísticos aquí utilizados operan con una eficacia mucho mayor con las depresiones del punto de rocío que con los puntos de rocío, debido a que éstos resultan muy redundantes respecto a la información suministrada por las temperaturas. El **flujo sinóptico** tiene en general una orientación más meridional en 850 hpa que en superficie, y es en este último nivel donde aparece más definida su procedencia mediterránea; con todo, una clara advección mediterránea en 850 hpa es uno de los predictores más claros. La orientación de la advección al incidir sobre el territorio muestra una gran correlación con la ubicación de las precipitaciones intensas. El **origen aparente de la advección** presenta procedencia mediterránea en la inmensa mayoría de los casos, y sin excepciones en los muy intensos. Los flujos más eficientes eran los originados en el arco mediterráneo comprendido entre los Alpes marítimos y el límite occidental de la costa argelina. En cuanto al **campo bórico superficial**, se constata la nula correlación entre existencia de baja presión en el territorio y precipitación intensa; los centros sinópticos de baja presión influyen esencialmente en segunda instancia, modulando la orientación y procedencia del flujo.

- Respecto a los **parámetros de síntesis** probados, el **índice K** resulta un buen predictor de la potencialidad pluviométrica de la situación; por contra, el **índice Total de Totales** es un buen predictor de disparo convectivo, pero no de eficiencia. Pero el **agua precipitable** en la capa superficie-700 hpa resulta el mejor predictor de potencialidad de lluvia intensa.

3. MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA

Diversos modelos estadísticos han intentado sintetizar o explicar aspectos de las precipitaciones intensas. Entre las propuestas recientes cabe citar a GUIJARRO (1997), que analiza aspectos climatológicos de la precipitación intensa en la España mediterránea con metodología multivariante y análisis de componentes principales. De un modo más general, RIBALAYGUA *et al.* (1999) aplicaron una metodología de análisis estadístico para la caracterización objetiva de los tipos sinópticos causantes de los distintos patrones pluviométricos españoles.

En ARMENGOT (2000) se elaboró un modelo estadístico para explicar y predecir el comportamiento del sistema a partir de la información pluviométrica y sinóptica recopilada. El tipo de modelo sobre el que se ha trabajado está inspirado en la **regresión logística** (McCULLOGH, *et al.* 1989; VENABLES y RIPLEY, 1997), y pretende predecir la posibilidad de precipitaciones intensas según un doble criterio:

-Precipitación máxima: Probabilidad de alcanzar los 100 milímetros en un día en algún punto del territorio analizado.

-Volumen total precipitado: Probabilidad de totalizar más de 400 hm³ en el conjunto del área considerada.

Los días introducidos en el modelo fueron los 575 que cumplían, durante el período 1976-90, el marco sinóptico de contexto inestable ya descrito: existencia de baja aislada en 500 hpa en el ámbito estricto considerado, y/o existencia de un flujo intenso de componente Este en superficie. Del total de los 603 días analizados, se excluyeron los 28 días que, habiendo alcanzado los 100 milímetros en algún punto, no cumplían con las condiciones sinópticas fundamentales.

En una primera prueba sobre el comportamiento del modelo se incluyeron 48 variables, entre covariantes y factores. La selección de variables efectuada incluye parámetros de síntesis entre diferentes niveles troposféricos, la circulación sinóptica en sus dos componentes zonal y meridiana, el tipo de baja aislada en 500 hpa y su localización, la temperatura en los distintos niveles entre 500 hpa y superficie, la depresión del punto de rocío entre 700 hpa y superficie, el origen aparente de la advección y la existencia o no de convergencia sinóptica en 850 hpa y en superficie, la persistencia del episodio y su localización temporal.

Hay que tener presente que en este tipo de modelización es crítico el orden de introducción de las variables, ya que cada una que se introduce ha de aportar nueva información más allá de lo suministrado por las anteriores. En síntesis, se siguió la siguiente secuencia:

- 1) **Variables de calendario:** día juliano y año.
- 2) **Variables de síntesis:** agua precipitable en el estrato 700 hpa-superficie, índice K e índice Total de Totales.
- 3) **Variables del nivel de 850 hpa:** componentes Este y Norte del flujo, interacción entre ambos, temperatura, depresión del punto de rocío, existencia o no de convergencia sinóptica y origen aparente.
- 4) **Variables del nivel de 500 hpa:** coordenadas de la baja aislada, componentes del flujo y su interacción, temperatura y tipo de centro de acción.
- 5) **Variables de superficie:** análogas a las de 850 hpa.
- 6) **Variables del nivel de 700 hpa:** componentes del flujo y su interacción, temperatura y depresión del punto de rocío.
- 7) **Variables del nivel de 300 hpa:** componentes del flujo y su interacción.
- 8) **Factor “persistencia”:** existencia de lluvia intensa el día previo.

El **modelo final** se construyó a partir de las variables que resultaron significativas en la fase anterior. Se procedió a una validación cruzada que evitara los problemas de autoexplicación o sobreajuste. Asimismo, se analizaron las predicciones para cada margen de probabilidad del suceso intenso, para determinar la opción más idónea en un sistema de alerta, estableciendo el mejor equilibrio entre subpredicciones y falsas alertas.

Con los resultados así obtenidos, se establece la tabla de aciertos y errores para cada nivel de probabilidad del fenómeno (desde el 50% al 10%), tanto para el modelo de precipitaciones máximas como para el de volúmenes elevados. A partir del balance así establecido entre casos acertados y fallados, y entre subpredicciones y sobrepredicciones, se propone el nivel de probabilidad ideal para su adopción en un sistema de alerta de riesgo.

3.1. Variables definitivas del modelo de precipitaciones máximas

En resumen, de las 48 variables iniciales (Tabla 1) las 15 finalmente significativas las podemos agrupar según los siguientes tipos:

-3 de calendario: las dos componentes del día juliano y el año.

-2 de síntesis: el agua precipitable y el índice Total de Totales.

-3 del nivel de 850 hpa: la temperatura, la componente zonal del flujo, y la componente meridiana del origen aparente.

-1 del nivel de 500 hpa: la componente zonal del flujo.

-2 del nivel de superficie: la componente zonal del flujo, y la componente zonal del origen aparente.

-2 del nivel de 700 hpa: la interacción de las dos componentes del flujo en 35°N 0°, y la temperatura.

-1 del nivel de 300 hpa: la componente zonal del flujo.

-1 factor: la persistencia.

De ellas, siete están vinculadas a circulaciones en distintos niveles; y de estas siete, cinco se refieren a componentes zonales (Este) de distintos tipos y niveles. Como principal conclusión de esta fase podemos afirmar, pues, que **el carácter mediterráneo de la circulación y su acople en la vertical -desde superficie hasta la tropopausa- es finalmente el elemento fundamental en este modelo de predicción de precipitaciones máximas.**

Tabla 1: VARIABLES SIGNIFICATIVAS EN LOS MODELOS DEFINITIVOS

		a	b	
Síntesis	Agua precip.	*	*	
	Índice K		*	
	Índice TT	*	*	
Día juliano	Seno	*		
	Coseno	*	*	
850 hpa	Componente E	*	*	
	Componente N		*	
	Interacción			
	Temperatura	*	*	
	Depresión Td			
	Comp. E origen			
	Comp. N origen	*	*	
	Latitud baja			
	Longitud baja			
	Latitud previa			
500 hpa	Longitud previa			
	Componente E	*		
	Componente N		*	
	Interacción			
	Temperatura			
	Superficie	Componente E	*	
		Componente N		
		Interacción	*	
		Temperatura		
	Superficie	Depresión Td		*
Comp.E origen		*		
Comp.N origen				
700 hpa		Componente E		
		Componente N		
Interacción				
Comp.E 35N0			*	
Comp.N 35N0				
Interac.35N0		*		
Temperatura		*		
300 hpa	Depresión Td			
	Componente E	*		
	Componente N			
	Interacción			
Factores	Año	*	*	
	Persistencia	*	*	
Interacciones	Centro 500			
	Converg.850			
	Converg.sup.			
	Día juliano			
	Origen 850			
	Coor. 500			
	Coor.previa 500			
Origen sup.	*			

VARIABLES SIGNIFICATIVAS AL NIVEL DE 0,05 EN LOS MODELOS DEFINITIVOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA (a) Y VOLUMEN ELEVADO (b), POR ORDEN DE INTRODUCCIÓN. (Fuente: Elaboración propia).

3.2. Variables definitivas del modelo de volúmenes elevados

-2 de calendario: la componente coseno del día juliano y el año.

-3 de síntesis: el índice K, el agua precipitable y el índice Total de Totales.

-4 del nivel de 850 hpa: la temperatura, las componentes zonal y meridiana del flujo, y la componente meridiana del origen aparente.

-1 del nivel de 500 hpa: la componente meridiana del flujo.

-1 del nivel de superficie: la depresión del punto de rocío.

-1 del nivel de 700 hpa: la componente zonal del flujo en las coordenadas 35°N 0° (vertical de Orán).

-1 factor: la persistencia.

Respecto a la fórmula del modelo de precipitaciones máximas, se aprecia que aumenta el peso de las variables del nivel de 850 hpa y de las de síntesis. Por contra, disminuye la presencia de las variables vinculadas al calendario y a los niveles de superficie, 700 hpa y 300 hpa. No varía la presencia de variables en el nivel de 500 hpa.

Como principal conclusión de esta fase podemos afirmar, pues, que **los elementos energéticos e higrométricos son los que más definen la potencialidad pluviométrica global de las situaciones analizadas, manifestada en este modelo de volúmenes elevados.**

3.3. Conclusiones

En resumen, estos modelos de regresión logística pretenden predecir en tiempo real qué casos entre los contextos sinópticos favorables son susceptibles de dar lugar a lluvias intensas en la Comunidad Valenciana y su entorno inmediato.

El modelo desarrollado ha mostrado una elevada capacidad de predicción del fenómeno, aunque se aprecia una predecibilidad mayor de las precipitaciones máximas que de los volúmenes elevados. Ello se manifiesta tanto en las variables que resultan significativas en ambos modelos, más abundantes en el de precipitación máxima, como en el grado de acierto de las predicciones, mayor en el de precipitación máxima asimismo, especialmente en la predicción de casos que superan el umbral.

Respecto a la diferencia entre variables que resultan **significativas** en uno y otro modelo, se puede resumir que para las precipitaciones máximas lo esencial son los parámetros vinculados a las direcciones del flujo, que en su incidencia propician las focalizaciones de lluvia intensa; en cambio, para los volúmenes lo fundamental es las condiciones de saturación de humedad en la troposfera baja, que permiten un elevado acopio de agua que se traduce en alta precipitación global en estos contextos inestables.

El **factor año** ha mostrado capacidad predictiva en ambos modelos, mostrando un notable contraste en potencialidad pluviométrica entre unos y otros años. Dicho factor introduce un problema en la aplicación futura de estos modelos, ya que se debería evaluar por anticipado en los años sucesivos; ello exigiría una estimación previa de los elementos de sustrato físico que lo determinan. En el análisis de los temporales del pasado Octubre no se incluye dicha variable, que adopta el valor cero.

Por último, hay que entender estos modelos como un elemento de apoyo, que no pretende suplantar las tareas fruto de la combinación entre modelos numéricos de predicción y productos derivados, por una parte, ni el análisis, diagnosis y predicción elaborada por los profesionales de la Mete-

orología; de dicha combinación, unida a instrumentos como el aquí presentado, debe surgir la mejor *red neuronal* de cara a la predicción adecuada de los fenómenos meteorológicos.

4. LAS LLUVIAS INTENSAS DE OCTUBRE DE 2000

4.1. Descripción general de la situación meteorológica

La situación atmosférica causante de este episodio de lluvias intensas corresponde a un patrón completamente típico. En su origen se encuentra una baja aislada en la troposfera media y alta, o “gota fría”, de larga duración: la presencia de la baja se prolonga durante cinco días, esto es desde el sábado 21 al miércoles 25 de Octubre de 2000.

La borrasca en capas medias-altas se generó tras el descuelgue de una perturbación en forma de vaguada, el día 21; se aisló así de la circulación general atmosférica, desplazándose hacia el sur, justo por detrás de un frente frío de desplazamiento muy lento. A continuación sufrió un descenso en latitud situándose junto a las costas portuguesas. En su lenta trayectoria posterior, alcanzó el Sahara para posteriormente desplazarse hacia el nordeste, fijando su centro en el Rif. En este entorno se mantuvo con movimientos muy pequeños durante los días 22, 23 y 24. El día 25 comenzó a retirarse, adentrándose en el Mediterráneo.

Paralelamente, en las capas bajas atmosféricas estuvo siempre presente el influjo de un sistema de bajas presiones, canalizador del flujo de marcada componente Este en toda la troposfera inferior, causante de la invasión de una masa de aire con largo recorrido mediterráneo. Dicha masa era manifiestamente inestable al calentarse y ganar humedad debido al contacto con las aguas marítimas, que en dicha fecha otoñal conservaban una temperatura relativamente alta.

La conjunción de estos elementos, ajustados al esquema más típico de marco sinóptico favorable a las lluvias intensas en la Comunidad Valenciana (ARMENGOT, 2000) con la estacionalidad propicia, y su interacción con la orografía, desencadenaron el mencionado episodio de carácter histórico por su magnitud global.

4.2. Importancia pluviométrica

El presente episodio ha adquirido una dimensión histórica debido a numerosos factores, esencialmente ligados a su gran persistencia, extensión y volumen total de agua acumulada. En primer lugar, su duración fue de 4 días consecutivos superiores a 100 mm: se iguala a los más persistentes de la serie, y sólo es superado por los 5 días en Octubre de 1962 (Tabla 2).

Tabla 2: VOLÚMENES Y ÁREAS EN LOS MAYORES EPISODIOS

Episodio	Volumen total	Area>100 mm	Area>200 mm	Area>300 mm
13 a 17-10-1962	4616	18880	8046	3292
5 a 8-10-1971	4541	18488	8508	2765
19 a 21-10-1982	5998	27387	8901	3414
2 a 4-11-1987	4777	17177	7541	3950
4 a 7-9-1989	4690	22314	6569	1796
21 a 24-10-2000	6994	24953	15250	9623

Volúmenes de agua precipitada (en hm³) y áreas por encima de determinados umbrales de precipitación (en km²), para los 6 mayores episodios de lluvia intensa registrados en la Comunidad Valenciana desde 1950. (Fuente: Elaboración propia)

Pero el dato más importante lo constituye el agua total precipitada en el espacio de referencia analizado, con 6.994 hm³. Dicho volumen supone la mayor cantidad de lluvia recogida en un único temporal al menos desde 1950, fecha desde la que se dispone de registros fiables y se ha investigado con detalle (ARMENGOT, 1996), y probablemente la mayor cantidad en la totalidad del siglo XX. Ha desbancado claramente al temporal de Octubre de 1982, que con 5.998 hm³ figuraba como el máximo de la serie de forma destacada. Este volumen no es tanto fruto de la gran extensión de la isoyeta de 100 mm (que abarca dos tercios del territorio, pero es inferior a la del temporal de 1982) como de la extensión alcanzada por las isoyetas de 200 y 300 mm, que superan de forma muy notable las alcanzadas en todos los restantes episodios de la serie.

En el detalle diario, también se alcanzan valores máximos para toda la serie. Así, el día pluviométrico 23 de Octubre es el único entre los disponibles que supera los 3.000 hm³ (Tabla 3). Pero los días que lo flanquean, 22 y 24, también se sitúan, con 1.812 y 1.722 hm³, respectivamente, entre los mayores de la serie. Hay que señalar, sin embargo, que las 24 horas comprendidas entre las 20 horas GMT de los días 19 y 20 de Octubre de 1982 (comprendidas en dos días pluviométricos distintos), probablemente, siguen suponiendo la mayor cantidad precipitada en 24 horas, pero la escasez en aquel año de registros horarios no permite certificarlo.

Tabla 3: VOLÚMENES DIARIOS DE PRECIPITACIÓN

18-5-1977	1582	3-11-1987	2283
19-10-1982	1913	4-11-1987	2171
20-10-1982	2751	11-11-1988	1859
10-11-1984	1762	4-9-1989	2196
21-10-2000	232	23-10-2000	3062
22-10-2000	1812	24-10-2000	1722

Volumen de agua precipitada (en hm³) en los ocho días máximos del período 1976-90, y en los cuatro días del episodio de Octubre de 2000 (Fuente: Elaboración propia).

Respecto a las cantidades máximas alcanzadas, ni los totales de episodio (en torno a 600 mm en Fredes, Baix Maestrat) ni los máximos diarios (en torno a 300 mm en los mismos emplazamientos) suponen magnitudes tan excepcionales, a pesar de ser destacadas.

4.3. Aplicación de los modelos de predicción

La parametrización de variables aplicando la metodología desarrollada en ARMENGOT (2000) sólo ha tropezado con una dificultad: la de proporcionar el valor adecuado al parámetro *año*, dado que dicho valor sería fruto de un análisis exhaustivo de los contextos favorables del conjunto del año 2000. En consecuencia, se ha adoptado para dicho parámetro el valor neutro cero, del que no debe por otra parte estar muy alejado de acuerdo a los indicios empíricos. Se recuerda que dicho modelo predictivo se aplica a los datos diarios y no de episodio, y efectúa predicciones de probabilidad a escala diaria.

Los resultados de probabilidades de precipitación intensa superior en algún punto a los 100 mm, o superiores en conjunto a los 400 hm³ de precipitación, aparecen reflejados en la Tabla 4. Como se comprueba, el modelo predice de una forma muy adecuada la probabilidad de precipitación superior a 100 mm, muy alta en los cuatro días del episodio, siendo extrema en los tres días centrales; y moderadamente alta en los días anterior y posterior. Respecto a la predicción de volúmenes, aunque no da valores de probabilidad tan extremos para los días centrales del episodio (con probabilidad máxima de 0,64 para el día 22), por contra discrimina perfectamente los días de riesgo y los de ausencia de riesgo.

Tabla 4: APLICACIÓN DE LOS MODELOS AL EPISODIO DE OCTUBRE DE 2000

Día	20	21	22	23	24	25
Prob. Lluvia intensa	0,40	0,86	0,91	0,96	0,96	0,47
pp. máxima (mm)	22	144	355	334	240	47
Prob. Volumen elevado	0,07	0,39	0,64	0,53	0,52	0,10
Volumen (hm ³)	65	232	1812	3062	1722	111

Probabilidades asignadas por los modelos, y valores realmente alcanzados, para los días del episodio de Octubre de 2000, incluyendo el anterior y posterior (Fuente: Elaboración propia).

Así, los días anterior y posterior registran probabilidades muy bajas. Por su parte, el día 21 aparece muy bien caracterizado: con muy alta probabilidad de lluvia intensa, pero con baja probabilidad de volumen elevado, como correspondió a un contexto de precipitaciones focalizadas por alta inestabilidad. Dicho acierto aparece sintetizado en el Tabla 5.

Tabla 5: TABLAS DE CONTINGENCIA DEL EPISODIO DE OCTUBRE DE 2000

		MODELO	
		no	sí
R E S U L T A D O	no	2	0
	sí	0	4

		MODELO	
		no	sí
R E S U L T A D O	no	3	0
	sí	0	3

Resultados de los modelos de precipitación máxima (a) y volúmenes elevados (b) para los seis días analizados del episodio de Octubre de 2000, para una probabilidad de 0,5 (Fuente: Elaboración propia).

4.4. Conclusiones

Se pueden extraer, en consecuencia, las siguientes conclusiones:

-El temporal descrito es totalmente típico respecto a su comportamiento sinóptico y coincide con la época de mayor potencialidad pluviométrica en el área analizada. Por tanto, más allá de deta-

lles mesoescalares no contiene sorpresas relevantes en su comportamiento y en sus consecuencias; son relevantes, en todo caso, las grandes magnitudes pluviométricas a que dio lugar.

-El modelo de predicción de lluvias intensas puesto a prueba se revela eficaz para dar cuenta de la altísima probabilidad de lluvias superiores a 100 mm en el área; su eficacia para predecir volúmenes elevados de precipitación, aun siendo alta, es algo menor. Ello corrobora lo apuntado en las conclusiones del estudio en que se basa (ARMENGOT, 2000), en donde ya se da cuenta de este comportamiento más acertado para predecir lluvias máximas que volúmenes totales elevados, como consecuencia de toda la metodología, basada precisamente en el rastreo de dichas precipitaciones máximas.

-El agua precipitable se vuelve a revelar como un parámetro crítico, decisivo para determinar la magnitud del episodio. En consecuencia, se realza la importancia de la advección mediterránea de larga trayectoria, como mínimo en los 3 kilómetros inferiores de la atmósfera, para garantizar precipitaciones intensas y volúmenes elevados de precipitación en la Comunidad Valenciana y su entorno inmediato.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con financiación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) a través del proyecto CLI95-1890 "Caracterización de las precipitaciones intensas como riesgo y/o recurso en las principales cuencas valencianas".

Se agradece también a D. Jesús Riesco Martín, meteorólogo del Centro Meteorológico Territorial de Valencia del INM, su colaboración en el cálculo de diversos parámetros necesarios para la aplicación del modelo

6. REFERENCIAS

ARMENGOT (1993): "*Marco sinóptico y distribución espacial de las precipitaciones intensas en la Comunidad Valenciana (1976-90)*". Tesis de Licenciatura. Univ. de València, 132 pp.

ARMENGOT (2000): "*Caracterización de las precipitaciones intensas a escala diaria en el País Valenciano*". Tesis Doctoral, Univ. de València, 431 pp.

GUIJARRO (1997): "Some Climatological Aspects of Heavy Rainfall in Mediterranean Spain". *Simposio internacional INM/OMM sobre ciclones y tiempo adverso en el Mediterráneo*. Palma de Mallorca, Ministerio de Medio Ambiente, pp. 377-383.

McCULLOGH, P. y NELDER, J.A. (1989): "*Generalized Linear Models*". New York, Chapman and Hall, 512 pp.

RIBALAYGUA, J., BORÉN, R. y BALAIRÓN, L. (1996): Clasificación de repartos de precipitación diarios sobre la España peninsular y balearica. Aplicación para la generación de clasificaciones sinópticas de apoyo a la predicción de precipitaciones". *IV Simposio Nacional de Predicción*, Madrid, INM, pp. 241-252.

VENABLES, W.N. y RIPLEY, B.D. (1997): "*Modern Applied Statistics with S-Plus*". New York, Springer Verlag, 548 pp.