

R° : 2886/F 1012939

Sig: 1715:1709.3



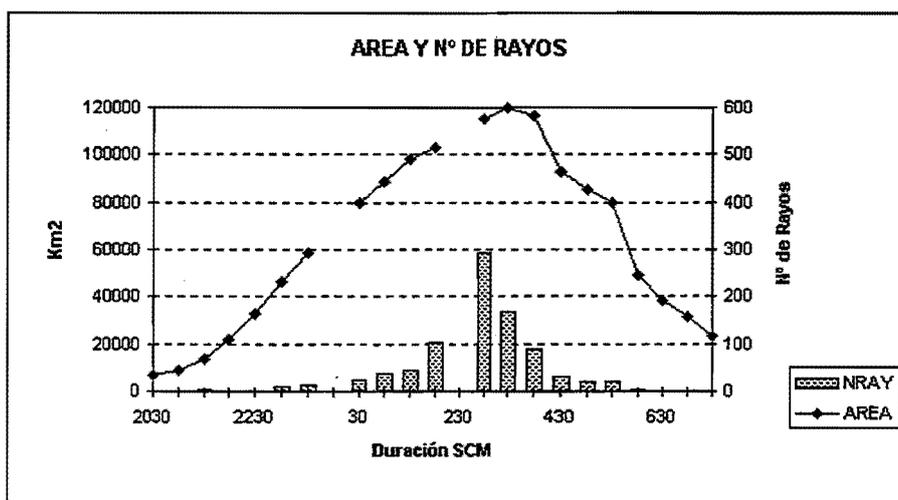
Ministerio de Medio Ambiente
Instituto
Nacional de
Meteorología **INM**



PREDICCIÓN INMEDIATA DE SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOESCALA

Campaña 1999

NOTA TÉCNICA S.T.A.P. N° 34



Ismael San Ambrosio Beirán
Fermín Elizaga Rodríguez
Francisco Martín León

Servicio de Técnicas de Análisis y Predicción (S.T.A.P.)

Area de Predicción y Aplicaciones
Subdirección General de Redes, Sistemas y Producción Meteorológica

*Nota Técnica del
Servicio de Técnicas
de Análisis y Predicción (STAP)*

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Medio Ambiente ©

ISSN: 1576-4834
NIPO: 310-00-050-3
Depósito Legal: M-14487-1999

Imprime: Centro de Publicaciones

Impreso en papel reciclado

NOTA TÉCNICA S.T.A.P. N° 34

PREDICCIÓN INMEDIATA DE SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOESCALA

Campaña 1999

I.- INTRODUCCIÓN

II.- MODIFICACIONES RESPECTO DE LA CAMPAÑA 1998

II.1.- Descripción de los principales cambios

II.2.- Consideraciones acerca de la influencia de los cambios

III.- ANÁLISIS DE LA VERIFICACIÓN OBJETIVA

III.1.- Introducción

III.2.- Verificación de la predicción de tamaños de SCM

III.3.- Verificación de la predicción del movimiento de SCM

III.4.- Resultados de la verificación global

IV.- EVALUACIÓN SUBJETIVA

V.- RESULTADOS DEL USO DE DATOS DE RAYOS

VI.- CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

I.- Introducción

Entre las fechas del 15 de Julio al 30 de Noviembre de 1999 se puso de nuevo en marcha una Campaña de Predicción Inmediata de SCM, continuación de la realizada el año pasado a lo largo de los meses otoñales. Del número total de SCM, que se han detectado y analizado en esta campaña, 37 se localizaron en las cercanías de la península y sus zonas marítimas. La muestra se puede considerar como suficientemente representativa, y sobre ella se llevará a cabo el proceso de verificación. Las principales características del procedimiento automático usado para la identificación, caracterización, seguimiento y predicción de los SCM, a través del análisis de las imágenes IR del METEOSAT, pueden consultarse en la Nota Técnica del STAP N° 32 (Riosalido et al, 1998).

Se han introducido algunos cambios en el procedimiento. Los más importantes, por lo que respecta al uso de los productos generados, están relacionados con un control de calidad más adecuado de las estructuras nubosas que serán tratadas como SCM.

En esta nota técnica se incluye una descripción de los cambios introducidos en el procedimiento automático, los resultados de la verificación objetiva, realizada con la misma metodología que en la campaña anterior para que los resultados de una y otra sean comparables. Por otro lado, se hizo llegar un modelo de hoja de evaluación a los GPVs y CNP, con objeto de obtener la verificación subjetiva, ya que nos sigue pareciendo fundamental la valoración que se haga de la utilidad de estos productos en entornos operativos.

Se ha incluido un apartado en el que se muestran los resultados obtenidos al tratar de combinar información de la red de rayos con la información satelitaria.

II.- MODIFICACIONES RESPECTO DE LA CAMPAÑA 1998

II.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES CAMBIOS

II.1.1.- Procedimiento de análisis

II.1.2.- Control de calidad

II.2.- CONSIDERACIONES ACERCA DE LA INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS

II.1.- Descripción de los principales cambios

Como es conocido, el procedimiento se basa en el análisis de las imágenes IR del METEOSAT. Básicamente puede desglosarse en los siguientes procesos, que se ejecutan cada media hora (ver Nota Técnica del STAP N° 32 para más detalles):

- Análisis de las imágenes IR (ventana de trabajo 30°N/50°N y 10°W/10°E).
- Extracción de los SCM existentes después de aplicar diferentes controles de calidad. Los SCM serán representados mediante elipses.
- Seguimiento de los SCM en imágenes sucesivas. Si falta más de una imagen intermedia, no es posible dar continuidad a los SCM.
- Diagnóstico de la fase en la que se encuentran los SCM. Actualmente, existen 4 fases: crecimiento, madurez, decrecimiento y reactivación.
- Predicción de la posición y tamaño de los SCM hasta 2 horas a intervalos de 30 minutos. En la predicción del área del SCM se tiene en cuenta la fase del ciclo de vida.

A continuación se describirán las distintas modificaciones introducidas en cada uno de los procesos.

II.1.1.- Procedimiento de análisis

En lugar de analizar las imágenes originales del METEOSAT, se analizan las imágenes remapeadas en proyección Lambert y a resolución de 4x4 km. (la misma que la resolución de la composición nacional radar). El proceso de "limpieza" de posibles líneas erróneas se sigue realizando sobre la imagen original, remapeándose la imagen resultado de la "limpieza".

Además de extraer la temperatura mínima de cada objeto identificado, se ha introducido el cálculo de la temperatura media de los topos nubosos y de la temperatura modal (siempre para los píxeles por debajo de -52° C). Se obtiene también el perímetro de la célula que, como se verá a continuación, se usará dentro de los controles de calidad del procedimiento.

Una modificación que puede ser importante de cara al futuro, aunque de momento no va a provocar cambios significativos de cara al usuario, es la relacionada con el análisis de subcélulas embebidas en las células originales. En el nuevo proceso se analizan también hasta 3 subcélulas embebidas, con topos nubosos inferiores a -60° C y cuya área supere los 500 km². Estas subcélulas se representan también por elipses, almacenándose ciertas propiedades asociadas a ellas (latitud y longitud del centroide, radio mayor y menor y orientación).

Una modificación importante en el procedimiento es el análisis del número de rayos asociado con cada célula. En esta campaña se han obtenido todos los rayos localizados en el rectángulo (lat, lon) que engloba a la célula, para los 30 minutos anteriores a la hora nominal de la imagen.

Se almacena el número de rayos totales, sin distinguir entre negativos y positivos. Evidentemente, en ese período de 30 minutos pueden contarse rayos que no pertenezcan a la célula y, lo que quizá sea más importante, pueden dejarse de lado rayos que sí que estén asociados a la célula, pero que se puedan situar fuera del rectángulo que la engloba. Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, puede ser un factor importante de cara al control de calidad de las células analizadas el conocer, de forma cualitativa, la actividad eléctrica asociada a las mismas, así como para llevar a cabo estudios de la evolución desde el punto de vista eléctrico.

Por lo que respecta al algoritmo de etiquetado ('labelling'), este no ha sufrido modificaciones, aplicándose tanto al análisis de células como de subcélulas embebidas.

II.1.2.- Control de calidad

Se ha generalizado la climatología de SCM de los años 89-93 (que sirvió de base para la versión 1.0 del procedimiento) al período 89-98, para tratar de mejorar algunos aspectos relativos al control de calidad. En concreto, se ha estudiado la relación entre el Índice de Volumen y el Área de -52°C (que podríamos llamar Índice de Volumen normalizado, IVN). Este índice representa una medida del desarrollo vertical respecto de la extensión horizontal, y presenta valores medios del orden de 0.75 para el conjunto de SCM, siendo este cociente mayor en la fase de desarrollo que en el resto. El 90% de los SCM de la muestra que constituye la climatología de los años 89-93 (un total de 130 SCM) presentan un valor inicial superior a 0.4, aumentando a medida que aumenta el área de -52°C y/o el Índice de Volumen.

El estudio de estos resultados apunta a que el IVN puede ser usado para discriminar estructuras convectivas de otras estructuras tales como capas de cirros, ya que estas últimas presentan por lo general valores muy pequeños de IVN (aunque no disponemos de valores estadísticos). El uso de un valor de 0.3 como umbral significaría que consideramos como SCM sólo aquellas estructuras que tengan al menos un 30% de su superficie con temperaturas inferiores a -56°C , sin embargo, capas de nubes altas con temperaturas medias inferiores a -56°C también pueden superar este umbral. En principio, usando un valor de 0.3 podríamos detectar más del 90% de casos de SCM, pero no podemos evaluar, a priori, cuantas estructuras no convectivas superarán el test.

Paralelamente a este análisis, se ha realizado otro de un parámetro conocido como **Compacidad** (COMP). La Compacidad (González & Woods, 1992) es una medida que combina el uso de dos descriptores de una región, el área y el perímetro, se puede calcular como $(\text{perímetro})^2/\text{área}$, o bien como el cociente entre el perímetro y la raíz cuadrada del área, que es la manera en que la hemos utilizado. En cualquier caso se trata de una cantidad adimensional, y por tanto insensible a cambios de escala, que toma valores mínimos para regiones con forma de disco. Además, excepto en el caso de errores debidos a la rotación de una región digital, la Compacidad es insensible a la orientación. En principio valores altos estarían asociados con estructuras nubosas poco compactas, cuyo borde exterior presenta múltiples entrantes y salientes. Los resultados de los estudios basados en una muestra reducida de casos escogidos parecen indicar que un valor de Compacidad de 14 podría ser adecuado como umbral, mientras que valores superiores estarían asociados a estructuras poco compactas que, en la mayoría de las ocasiones, no son SCM.

Se ha tratado también de combinar la información suministrada por el IVN y por la Compacidad junto con el número de rayos para optimizar la discriminación entre SCM y otras estructuras nubosas. Los resultados parciales referidos a esta actividad eléctrica, basados en una muestra reducida de casos, no son todo lo concluyentes que sería necesario para realizar la implementación de este tipo de controles combinados. Aunque parece que ese tipo de interacciones podrían resultar útiles para discriminar estructuras nubosas que pueden ser consideradas marginales (y, por lo tanto, no ser tenidas en cuenta como verdaderos SCM), es preciso realizar estudios de caracterización más profundos en aquellas zonas donde la cobertura de nuestra red de detección nos garantice cierta fiabilidad. Por todo ello, en esta nueva versión del procedimiento la información del número de rayos no se ha utilizado en el control de calidad, pero se ha hecho un estudio parcial de estos datos, que se incluye en el capítulo V.

En consecuencia, en esta versión se rechazarán como SCM aquellas estructuras que, además de tener una excentricidad menor de 0.25 y estar localizadas fuera de la ventana geográfica de estudio, posean:

- * Una Compacidad mayor o igual de 14 ó
- * Un IVN menor o igual de 0.1

Aunque en párrafos anteriores se daba un umbral de 0.3 para el IVN, en los criterios finales para la campaña se establece el umbral en 0.1 para evitar que queden fuera del proceso algunos SCM que tengan valores de IVN inferiores a 0.3. De esta forma esperamos que aquellas ocasiones en que los cirros pasan por SCM, tal y como sucedió con frecuencia en la campaña anterior, puedan ser eliminadas por medio del IVN. Estructuras poco compactas que, en bastantes ocasiones, pueden tener su origen en los propios cirros espesos, en la fusión de la nubosidad alta asociada con diferentes focos convectivos cercanos, o en la rotura de la nubosidad asociada a un SCM en la fase de disipación se podrán eliminar por medio de la Compacidad. Lógicamente, estos cambios van a repercutir en algunos resultados de esta campaña, como quedará de manifiesto en el apartado II.2.

En los procesos de seguimiento, diagnóstico y predicción no se han introducido cambios significativos.

En resumen, los principales cambios introducidos están relacionados, por un lado, con la obtención de más información acerca de las células que pueden ser SCM (obtención del perímetro, de la temperatura media y la modal, de las características de las subcélulas embebidas y de los rayos asociados) y, por otro lado, con la aplicación de controles de calidad basados en el uso de nuevos parámetros, como el Índice de Volumen Normalizado y la Compacidad.

II.2.- Consideraciones acerca de la influencia de los cambios

Es importante tener en cuenta que el método de predicción se aplica por encima de un área umbral de 5000 Km², y el proceso de verificación está diseñado para SCM que quedan por encima de dicho umbral de área. Las modificaciones introducidas en esta campaña utilizando el IVN y la Compacidad para rechazar como SCM estructuras que no lo son, van a tener su repercusión en el proceso de verificación. Este hecho va ligado a que van a dejar de considerarse como SCM estructuras, sobre todo en fase de disipación, cuando su área está todavía por encima del umbral establecido.

De estos dos parámetros, el Índice de Volumen resulta más crítico que la Compacidad, ya que ésta no va a aumentar significativamente hasta que la estructura nubosa presente una forma muy poco regular, con muchos entrantes y salientes. Sin embargo el Índice de Volumen disminuye sensiblemente de valor en cuanto el SCM deja de tener desarrollo vertical pasando a ser una estructura más estratiforme, lo cual suele ocurrir en la fase de decrecimiento. De esta manera aunque el área del SCM no se haya reducido todavía de forma notoria, sí que puede ocurrir que el Índice de Volumen alcance el valor crítico como para que dicho SCM deje de ser considerado como tal en el proceso de cálculo. Esta circunstancia, por lo tanto, va a traer como resultado que muchas de las predicciones del modelo, especialmente en las fases de decrecimiento y de reactivación, se van a verificar respecto a un SCM inexistente, de manera que los errores que se obtengan pueden ser superiores a los que se obtuvieron en la campaña de 1998, en que se seguía considerando a los SCM hasta que su área disminuía de cierto valor umbral.

III.- ANÁLISIS DE LA VERIFICACIÓN OBJETIVA

III.1.- INTRODUCCIÓN

III.2.- VERIFICACIÓN DE LA PREDICCIÓN DE TAMAÑOS DE SCM

III.3.- VERIFICACIÓN DE LA PREDICCIÓN DEL MOVIMIENTO DE SCM

III.4.- RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN GLOBAL

III.1.- Introducción

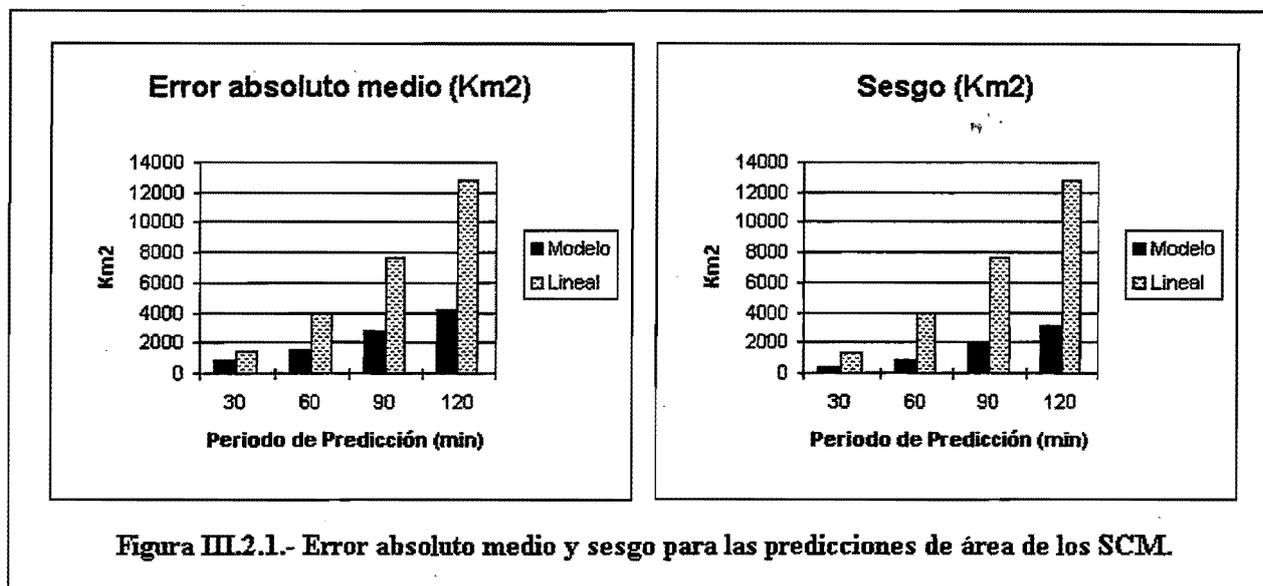
La Campaña de 1999 de Predicción Inmediata de SCM, al igual que la de 1998, ha ido acompañada de su correspondiente procedimiento de verificación, para seguir evaluando el valor añadido que presenta la nueva técnica, con las modificaciones introducidas en esta campaña, y así tratar de ver los problemas que existen y las mejoras que se pueden introducir. Se ha considerado adecuada la estrategia de hacer una verificación objetiva, que analizamos en el presente capítulo, y por otro lado una evaluación subjetiva, por parte de los usuarios, que se ha realizado mediante una encuesta difundida a los diferentes centros operativos de predicción. Esta evaluación se comentará en el capítulo IV.

La verificación objetiva se ha realizado de manera sistemática por el STAP, utilizando el mismo método de la campaña anterior, ver Nota Técnica del STAP N° 32 (Riosalido et al, 1998). Es decir, se verifican por separado las predicciones semihorarias de área y posición de los SCM hasta un plazo de dos horas, y por otro lado se realiza una verificación de la combinación de las dos extrapolaciones, por medio de los mismos índices usados en la campaña anterior: índice de Probabilidad de Detección (POD), índice de Falsas Alarmas (FAR) y el Índice Crítico de Aciertos (CSI).

Con el fin de comparar los resultados de la verificación se ha mantenido la idea de disponer de una predicción de referencia, y que ésta sea, al igual que en la campaña anterior, una extrapolación lineal. Para ello se ha dispuesto paralelamente a la cadena operativa otra, idéntica, pero con un modelo de predicción lineal, cuyos resultados se han sometido al mismo proceso de verificación, y servirán de punto de referencia.

III.2.- Verificación de la predicción de tamaños de SCM

El error absoluto medio de las predicciones de área va desde 843 Km² (en predicciones H+30) hasta los 4132 Km² (en las H+120), como se ve en la Fig. III.2.1. Se aprecia que este error es muy inferior al que proporciona la extrapolación lineal, y supone una mejora muy notable sobre ésta, entre un 43% en H+30 y un 68% en H+120. Además estos resultados son mucho mejores que los de la campaña anterior, en la que este método de predicción mejoraba la extrapolación lineal entre un 11% y un 21%, respectivamente.



Mientras que en la campaña de 1998 los sesgos que presentaba nuestro modelo eran negativos, en esta campaña nos encontramos con valores positivos, (ver Fig. III.2.1), de un orden de magnitud similar al de los errores absolutos medios, y con una mejora sobre el método lineal similar a la que presentan éstos.

Veamos ahora como se distribuyen los errores absolutos medios y el sesgo en las diferentes fases de los SCM. En la Fig. III.2.2 se observan unas mejoras evidentes respecto al modelo lineal en las fases de crecimiento y madurez, que alcanzan valores de error absoluto medio, para predicciones H+120, del 46% en fase de crecimiento y del 51% en fase de madurez. Además el sesgo en la fase de crecimiento se reduce substancialmente, infravalorando ligeramente el tamaño de los SCM, mientras que en la fase de madurez es del mismo orden de magnitud que el error absoluto medio. En ambas fases estos resultados suponen una notable mejoría sobre la verificación de la campaña de 1998.

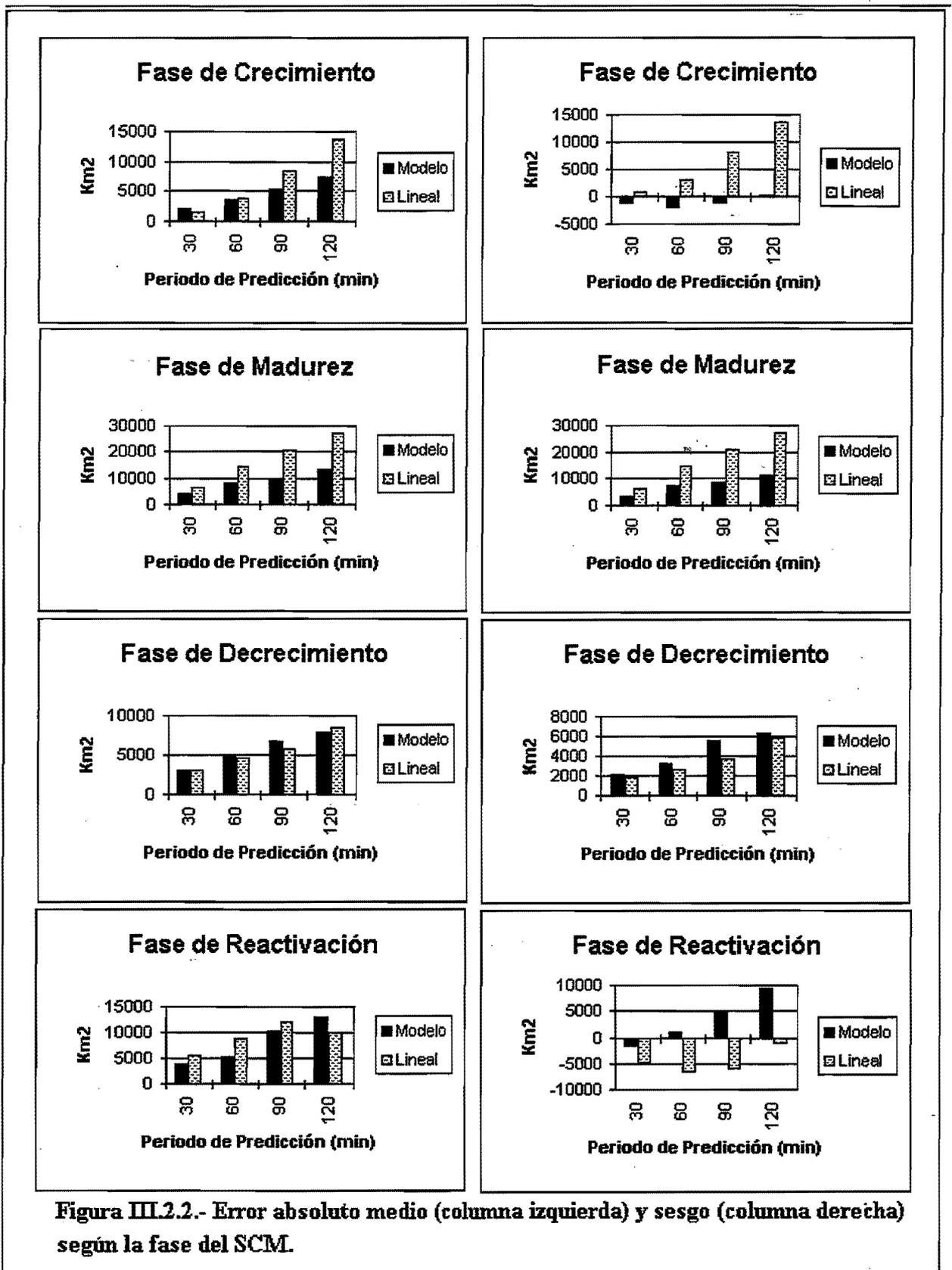


Figura III.2.2.- Error absoluto medio (columna izquierda) y sesgo (columna derecha) según la fase del SCM.

En la fase de decrecimiento los errores absolutos medios de nuestro modelo y de la extrapolación lineal son muy similares, al igual que sucedía en la campaña anterior aunque con valores inferiores en el caso de la campaña 1999. Hay que señalar que en las predicciones H+90 nuestro modelo de predicción ha empeorado ligeramente las predicciones del modelo lineal. Por otra parte, los sesgos en esta campaña han sido positivos para todos los plazos de predicción, con valores superiores a los de la campaña anterior, además los de nuestro modelo son mayores que los del modelo lineal.

Los resultados obtenidos en la fase de reactivación, sin embargo, son peores que los de la campaña 1998. Por otro lado, se observa que nuestro modelo mejora los resultados del modelo lineal hasta un 39% para las predicciones H+60, pero posteriormente esta diferencia disminuye en las H+90, y finalmente en H+120 es el modelo lineal el que ha dado mejores resultados, con una mejoría del 24% sobre nuestro modelo. Mientras que el modelo lineal ha dado sesgos negativos en todos los plazos de predicción, nuestro modelo de extrapolación muestra sesgos muy pequeños en H+30 y H+60, pero en las predicciones H+90 y H+120 estos valores se hacen muy altos, 4727 Km² y 9279 Km², respectivamente. Estos resultados nos confirman que las extrapolaciones de focos convectivos, incluso de gran tamaño, tienen una barrera en el ámbito temporal de hasta una hora; a partir de aquí los errores aumentan y las predicciones son poco útiles más allá de las dos horas.

III.3.- Verificación de la predicción del movimiento de SCM

El error medio en distancia, calculado globalmente para los desplazamientos en todas las fases de los SCM, presenta valores muy similares a los de la campaña pasada, aunque ligeramente superiores, oscilando entre 18 Km., para predicciones H+30, y 64 Km. para H+120, ver Fig. III.3.1, (los errores de la campaña anterior fueron de 16 Km. y 56 Km., respectivamente). En cualquier caso se mantienen por debajo de los errores del modelo lineal, y suponen una mejora entre el 14% (H+30) y el 16% (H+120) sobre éste.

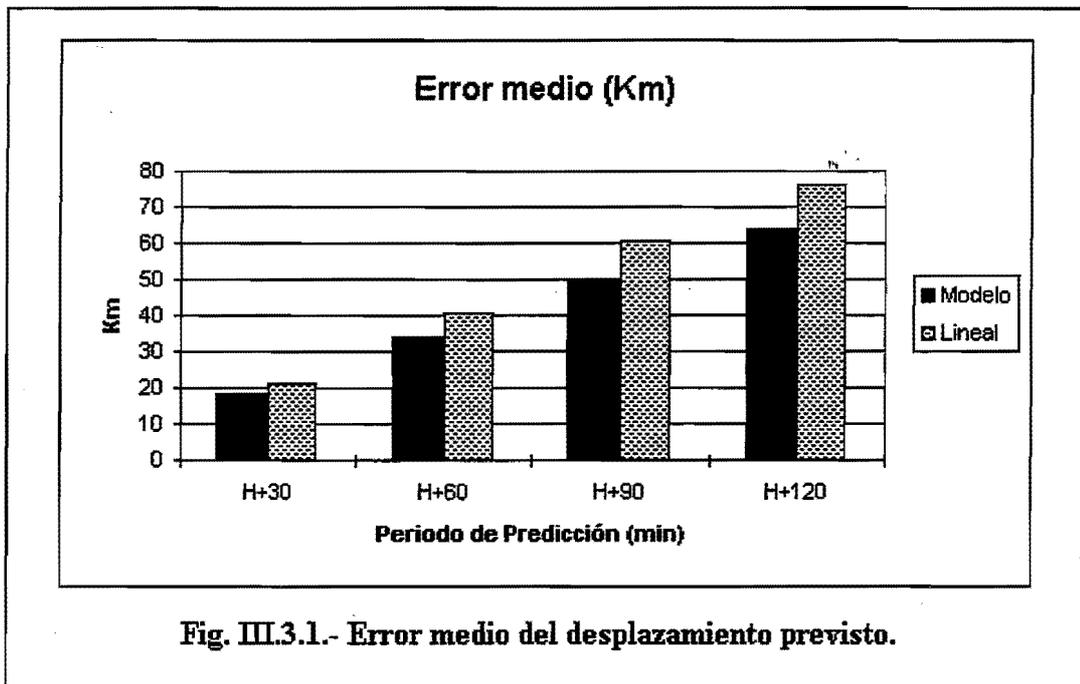


Fig. III.3.1.- Error medio del desplazamiento previsto.

Al hacer estos cálculos diferenciando según la fase de desarrollo en que se encuentra el SCM, encontramos que en esta campaña sigue siendo la fase de decrecimiento la que presenta errores mayores, ver Fig. III.3.2. Es de destacar, así mismo, que en la fase de reactivación se produce una mejoría mucho mayor sobre la extrapolación lineal que en las demás fases, esta mejoría oscila entre un 29% en las predicciones H+30 y un 37% en las H+90.

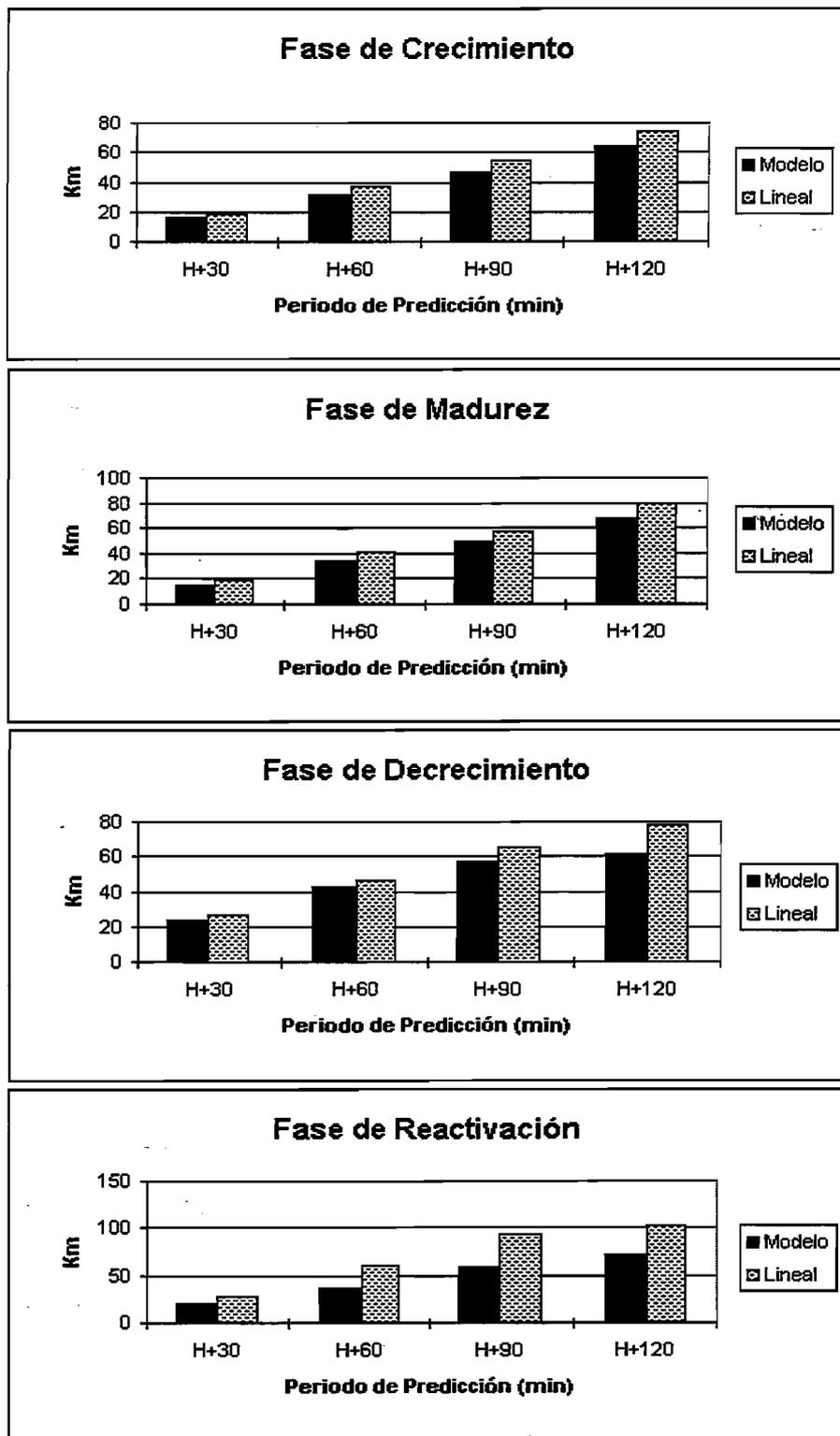
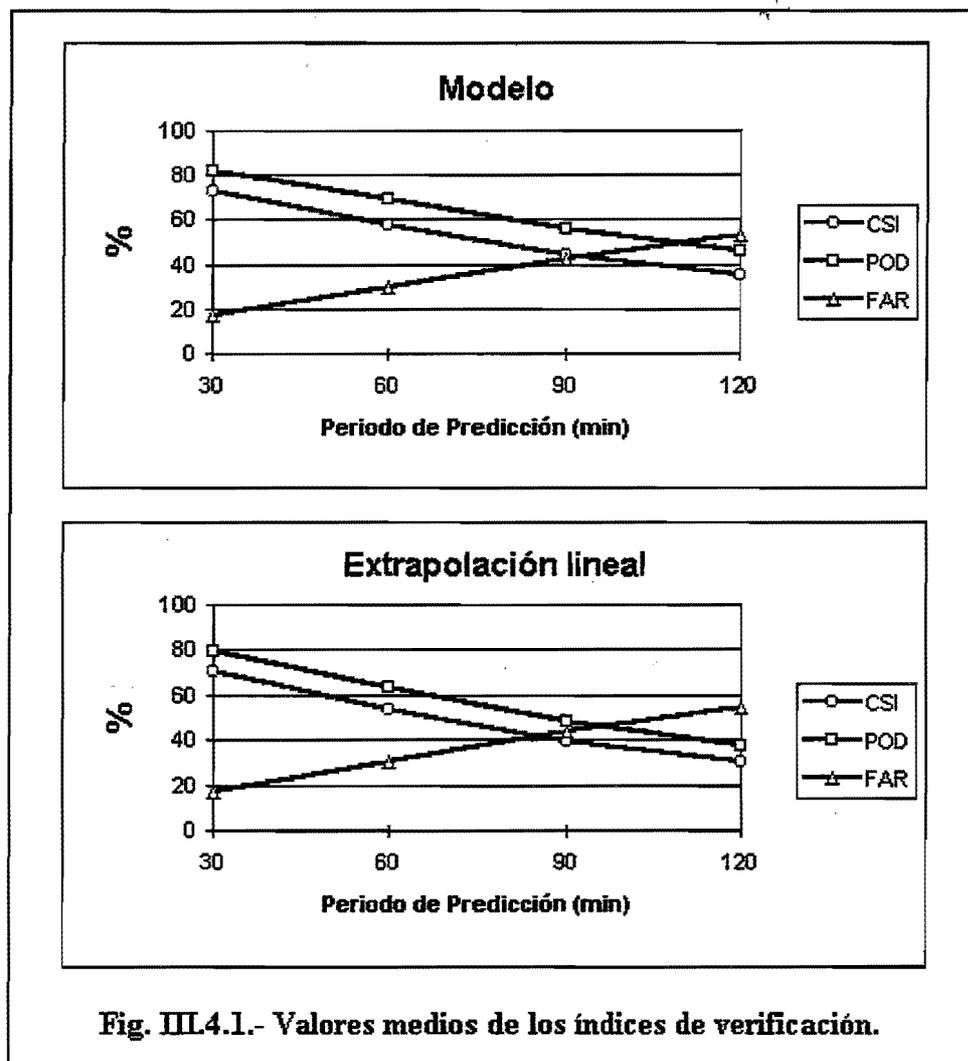


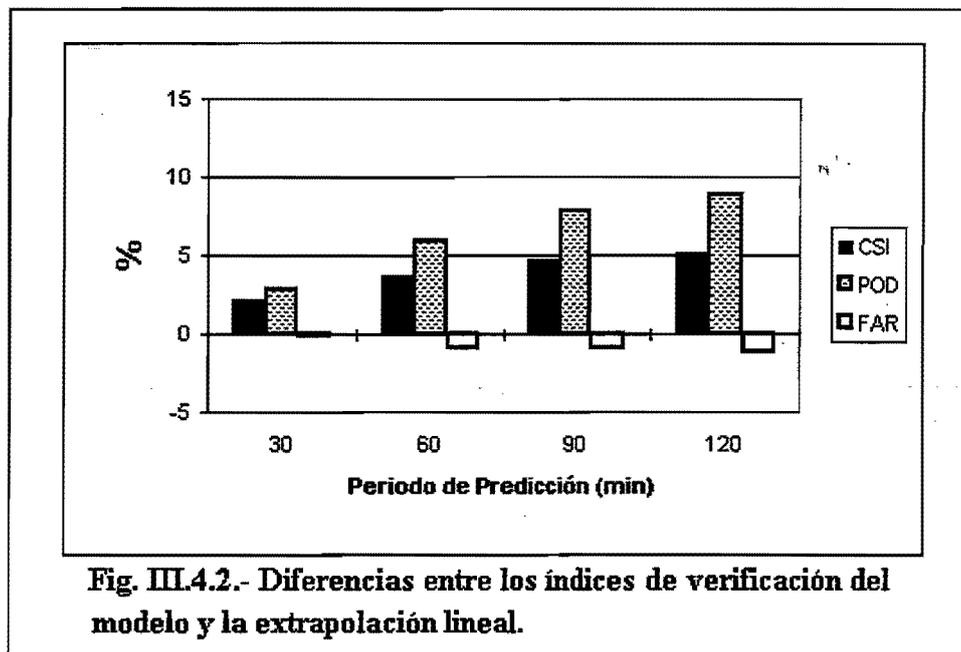
Fig. III.3.2.- Error medio de desplazamiento según la fase del SCM

III.4.- Resultados de la verificación global

Los resultados del cálculo de los índices que usamos para una verificación global los presentamos en la Fig. III.4.1. En ella se aprecia como la probabilidad de detección (POD) disminuye desde un valor de 82% en la predicción de H+30 hasta un valor de 46% para la predicción H+120. La tasa de falsas alarmas (FAR) crece desde un valor de 17% en H+30 hasta un 53% en la predicción H+120. En consecuencia, el índice crítico de aciertos (CSI) disminuye desde un valor de 73% (H+30) hasta un 35% (H+120). Estos valores son similares a los de la campaña de 1998 en las predicciones H+30 y H+60, pero son algo peores en las de plazo de predicción más largo. En cualquier caso es importante compararlos con los resultados que se obtendrían con el método de extrapolación lineal.

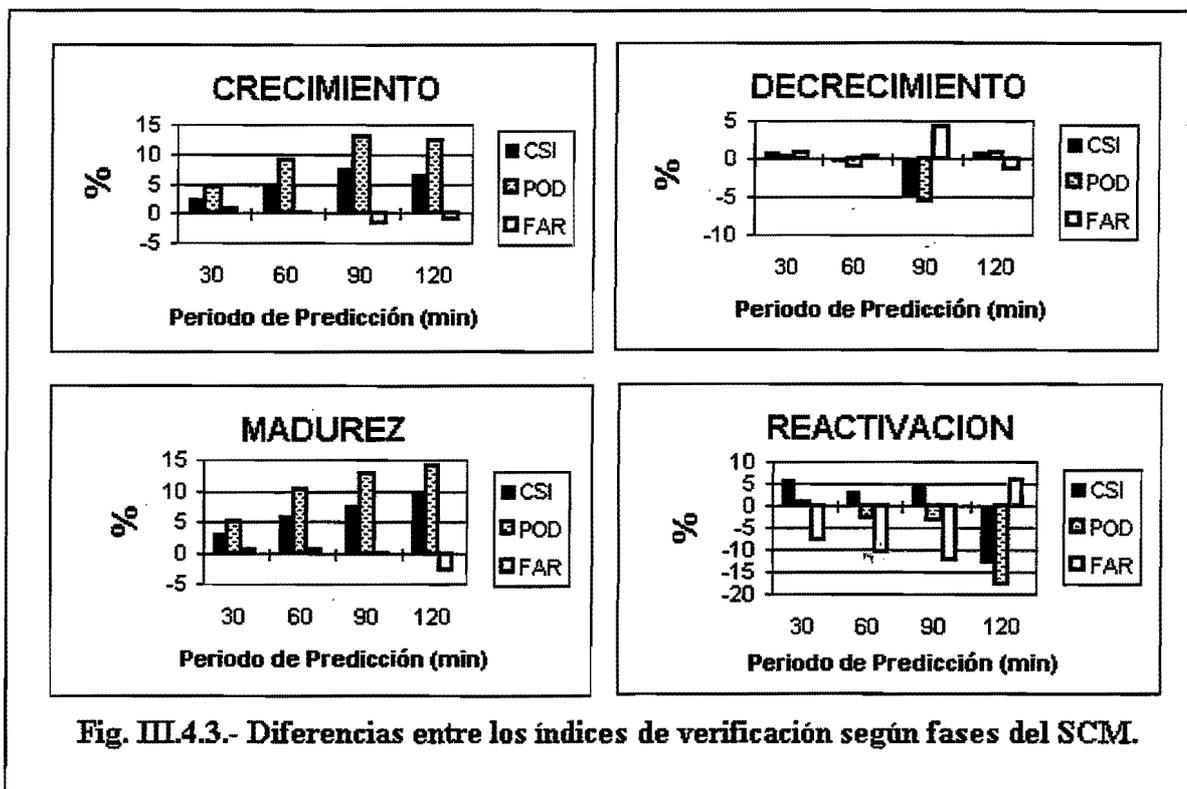


En la Fig. III.4.2 hemos representado las diferencias entre los índices de verificación obtenidos con nuestro modelo y los obtenidos con el modelo lineal. Se puede apreciar que esta diferencia está siempre a favor de nuestro modelo, valores positivos de POD y de CSI, y valores negativos de FAR; además estas diferencias crecen con el periodo de predicción, aunque las mejoras resultan algo inferiores a las de la campaña pasada, obteniéndose mejoras del 9% para el POD y del 5% para el CSI en predicciones H+120, mientras en la campaña de 1998 eran del 11% y del 6%, respectivamente. En la tasa de falsas alarmas (FAR) los valores que se obtienen son prácticamente iguales.



Al igual que hemos hecho en los casos anteriores es importante estudiar estas diferencias agrupadas según las distintas fases del SCM. Las diferencias entre los dos modelos, según las fases del SCM, se presentan en la Fig. III.4.3. Las mejoras más significativas se producen durante la fase de madurez, obteniéndose en el H+120 aumentos de hasta un 14% para el POD y de un 9% para el CSI, con una disminución de un 3% para el FAR. El comportamiento de estos índices en la fase de madurez es muy parecido al de la campaña de 1998, aunque los valores en el caso de las predicciones H+90 y H+120 se quedan un poco por debajo de las mejoras obtenidas el año pasado.

En la fase de crecimiento los resultados obtenidos son similares a los de la campaña anterior, con impactos positivos y del mismo orden de magnitud hasta el plazo de predicción H+90. Así, para estas predicciones se obtienen aumentos del POD y del CSI de un 13% y de un 8%, con disminución del FAR de un 2%. Sin embargo, para las predicciones H+120 el impacto positivo es algo menor y tenemos valores inferiores en los tres índices, un POD de 12%, un CSI de 7% y un FAR de -1%.



En la fase de decrecimiento el impacto positivo de nuestro modelo es casi nulo, y las diferencias con el modelo lineal son del orden del 1% en los tres índices para los periodos de predicción H+30, H+60 y H+120. Sin embargo en el periodo de predicción H+90 el resultado obtenido se aparta bastante de estos valores, así como de los obtenidos en la campaña anterior. En efecto, para este periodo de predicción nuestro modelo da peores resultados que la extrapolación lineal, y se obtienen una disminución del POD y del CSI de un 6% y de un 5%, respectivamente, mientras que el FAR aumenta en un 4%.

Los resultados que se obtienen en la fase de reactivación, también resultan un tanto anómalos en los plazos de predicción hasta H+90, pero a su vez mejoran notablemente los de la campaña de 1998. Así, en estos periodos de predicción, el impacto sobre el POD es prácticamente nulo (nuestro modelo apenas lo empeora en un 3%), sin embargo el impacto sobre las falsas alarmas es notablemente positivo, llegando a mejorar en un 13% al modelo lineal. Todo ello repercute en que la mejora del CSI en estos tres periodos de predicción llega a valores de un 6%. Sin embargo para las predicciones H+120 se produce un salto brusco y los tres índices presentan un importante empeoramiento de nuestro modelo respecto al lineal, el POD es peor en un 18%, el FAR en un 6%, y en consecuencia el CSI empeora en un 13%.

IV.- Evaluación subjetiva

Sigue siendo muy importante la valoración que se ha hecho, por parte de los usuarios, de la utilidad del procedimiento en entornos operativos, tanto desde un punto de vista general como de los aspectos parciales del mismo. En la hoja de encuesta se han definido las mismas posibilidades (inútil, indiferente, útil y muy útil) de la campaña anterior, y que se han usado en esta valoración.

- **Inútil:** Confunde más que ayuda.
- **Indiferente:** No proporciona ninguna información adicional.
- **Útil:** Proporciona información adicional en ocasiones.
- **Muy Útil:** Proporciona información adicional en la mayoría de los casos.

En cuanto a la valoración de los aspectos parciales, son tres los mas importantes. El primero hace referencia al diagnóstico de los SCM en el sentido de si la indicación acerca del estado en el que se encuentra el SCM (crecimiento, decrecimiento, madurez ó disipación) y acerca de la evolución anterior del mismo (es nuevo, proviene de una fusión, división ó presenta continuidad) son útiles. Los otros dos aspectos están relacionados con las trayectorias y con las áreas de los sistemas: nos parece adecuado tratarlos por separado debido a que se predicen de forma independiente.

El número de encuestas recopiladas ha sido más bajo que en la campaña anterior, se han recibido únicamente 4 encuestas, (2 procedentes del GPV de Zaragoza, 1 del GPV de Barcelona y otra del GPV de Madrid). Los resultados obtenidos los presentamos a continuación, aunque tienen un carácter meramente orientativo.

	INÚTIL	INDIFERENTE	ÚTIL	MUY ÚTIL
Valoración Gral.	0	0	2	2
Diagnóstico	0	0	2	2
Trayectorias Prev.	1	1	2	0
Áreas Previstas	1	1	1	1

Se aprecia que las 4 encuestas recibidas consideran al método útil o muy útil, en cuanto a su valoración global y en cuanto al diagnóstico del estado en que se encuentra el SCM. No se pueden sacar más conclusiones dado el escaso número de opiniones recibidas, aunque parece ser que al menos la opinión sobre el método sigue siendo positiva.



V.- Resultados del uso de datos de rayos

En la campaña de 1999 de Predicción Inmediata de SCM se ha introducido el análisis del número de rayos asociado a cada sistema, análisis que se realiza según el procedimiento que se ha descrito en el punto II.1.1 de esta nota técnica. Se han revisado los resultados de los datos recogidos sobre la actividad eléctrica para intentar retomar la línea de trabajo iniciada en la Campaña PREVIMET Mediterráneo-93, ver Nota Técnica del STAP N°15 (Martín et al, 1994).

Es importante hacer notar que en esta campaña no se ha distinguido entre rayos positivos y rayos negativos, como se hizo en la de 1993, lo cual supone una importante limitación a los resultados que se puedan obtener de estos datos. Por otro lado está la limitación inherente a la propia recogida de los datos y a la asignación de los rayos a los SCM, de manera que pueden asignarse a cierto SCM rayos que no son de él, y otros que si lo son quedar fuera de la asignación. Como última limitación hay que señalar que la eficacia y capacidad de detección de la red es limitada, influyendo sobre todo en este sentido la distancia de los fenómenos al área de cobertura de nuestra red. Así hay que tener en cuenta la poca fiabilidad del número de rayos que se registra en los fenómenos tormentosos que se desarrollan por el norte de África, en el Mediterráneo al este de la Islas Baleares, o en Francia, en sus regiones centrales y septentrionales.

Teniendo en cuenta todas estas limitaciones, para tratar de sacar alguna consecuencia de estos datos, se han estudiado solamente aquellos SCM que han desarrollado gran parte de su ciclo de vida dentro de la zona de buena cobertura de nuestra red de detección. A continuación, hemos desechado de cara a este análisis los SCM con ciclos de vida demasiado complejos, con muchas reactivaciones, fusiones o divisiones.

Con los SCM restantes, que tienen un ciclo de vida claro y bien definido, se ha procedido a representar por un lado el número de rayos asociado a dicho SCM con el área, y por otro lado, dicho número de rayos con relación al Índice de Volumen, para tratar de encontrar alguna correlación entre ellos. Después de este análisis, la única conclusión a que hemos llegado es que no se puede hablar de un comportamiento claro y generalizado a la mayoría de los SCM, entre su ciclo de vida y el número de rayos asignado. Así, nos encontramos casos como el SCM 28920301, en la Fig. V.1., en el que se aprecia claramente un aumento significativo del número de rayos mientras aumenta el área y el Índice de Volumen. El máximo número de rayos coincide con el máximo de Índice de Volumen, y a partir de aquí disminuyen ambos. Sin embargo en otros casos, como el SCM 29014001, Fig. V.2., el comportamiento es completamente distinto y el número de rayos es bastante uniforme a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema, sin que en ningún momento se aprecien aumentos o disminuciones significativos en la actividad eléctrica.

Estos resultados confirman lo apuntado en la Nota Técnica del STAP N° 15, donde se ponía de manifiesto fundamentalmente la dificultad de sacar conclusiones definitivas de este tipo de datos, aunque esta información puede ser útil en labores de vigilancia, detección y seguimiento de

sistemas convectivos en tareas operativas. También se señalaba entonces la variabilidad lógica de este tipo de datos a lo largo de los ciclos de vida tormentosos de los SCM, consecuencia entre otras cosas de que nuestra red de descargas sólo detecta los rayos que se producen entre Nube-Tierra y no entre Nube-Nube. Otros resultados que se sacaban en la Nota Técnica N° 15 están basados en la distinción que se hizo entonces entre rayos positivos y negativos; no los vamos a comentar dado que en esta campaña dicha distinción no se ha realizado.

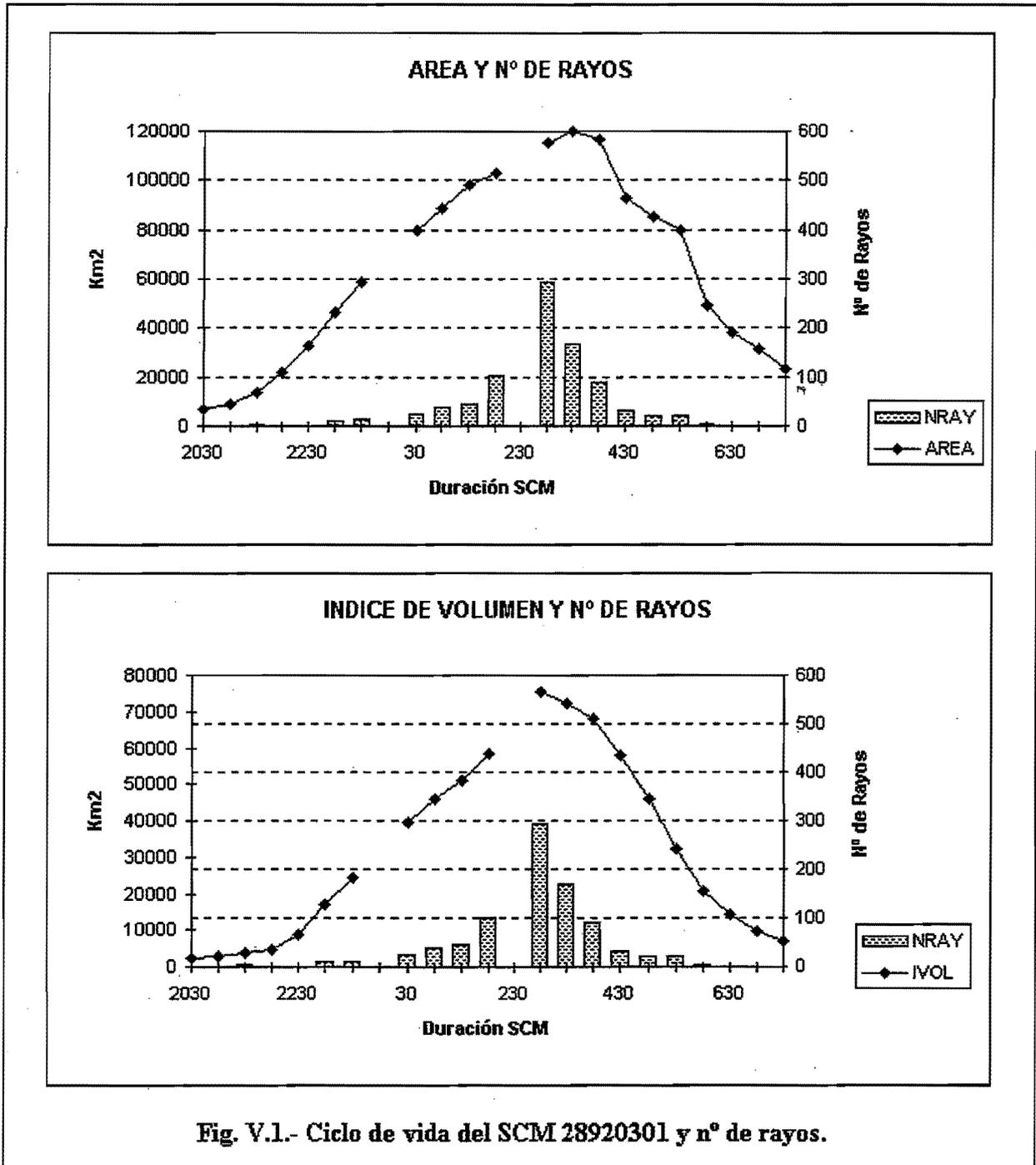


Fig. V.1.- Ciclo de vida del SCM 28920301 y n° de rayos.

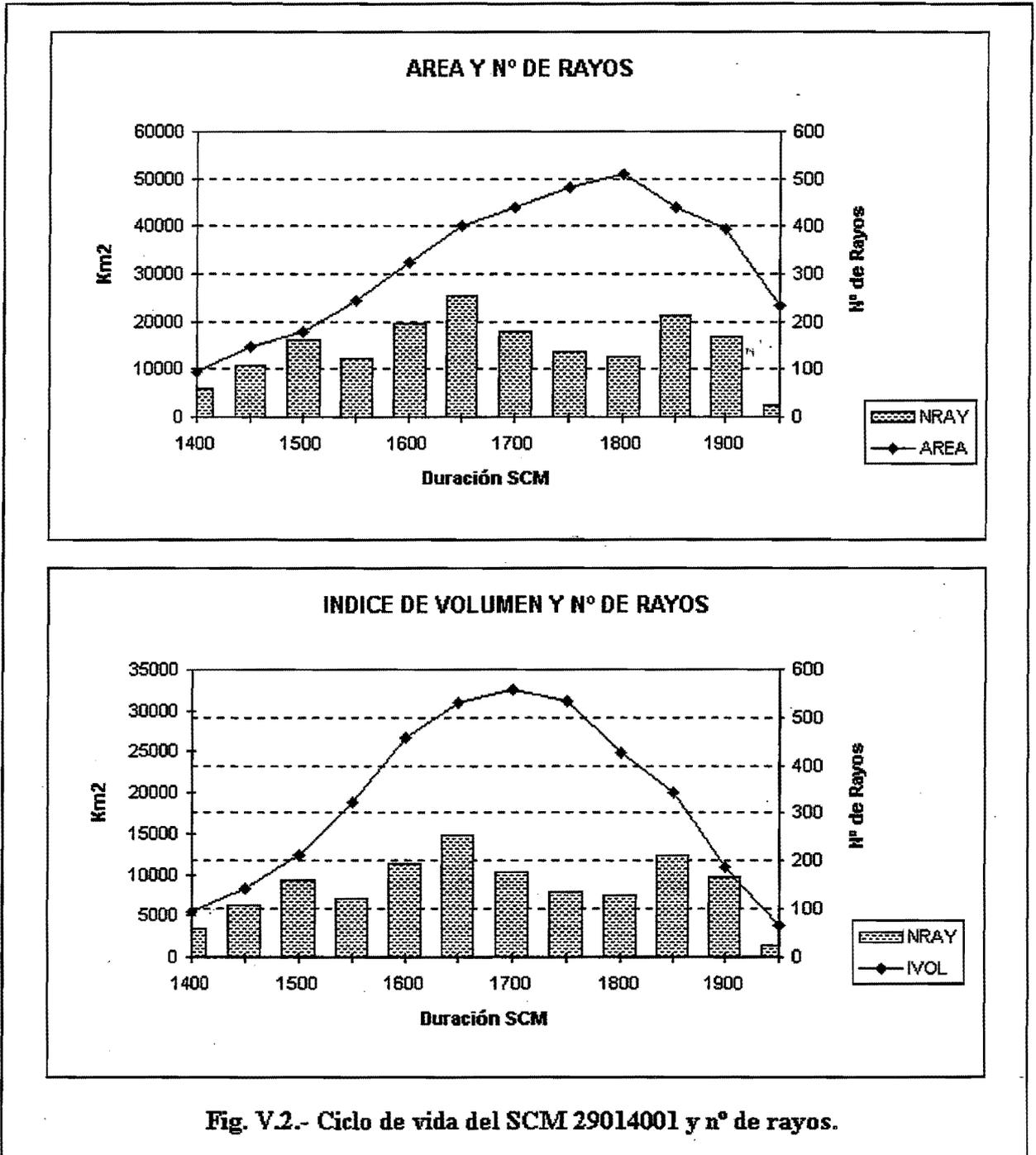


Fig. V.2.- Ciclo de vida del SCM 29014001 y n° de rayos.

VI.- Conclusiones

Lo más importante que podemos deducir de lo que hemos visto es que el método propuesto, utilizando el modelo conceptual del ciclo de vida de los SCM, sigue mejorando el modelo de extrapolación lineal. Esto sucede también este año en el que hemos contado con una base de datos mayor que la de la campaña de 1998 y la verificación se ha realizado sobre un total de 37 SCM, mientras que el año pasado se contó sólo con 21 SCM. Esta mejora se produce tanto en aspectos individuales, como la predicción de áreas y trayectorias de los SCM, como al hacer una valoración global del método, por medio de los índices POD, FAR y CSI.

Hay que señalar que en los aspectos fundamentales el proceso no ha sufrido cambios respecto a la campaña de 1998, de hecho las modificaciones introducidas, como se ha explicado en el capítulo II, se refieren a la selección de aquellas estructuras nubosas que pueden ser SCM, pero en lo relativo al posterior proceso de predicción no se ha cambiado nada. Por otro lado, tal y como se hizo en la campaña anterior, la selección final de los SCM que se utilizan para el proceso de verificación se ha hecho de forma subjetiva a partir de todas las estructuras analizadas y archivadas de manera automática durante la campaña.

En las predicciones de área el impacto de nuestro modelo ha sido sumamente positivo, como hemos visto se producen mejoras de hasta un 68% sobre el modelo lineal. Este impacto positivo se aprecia sobre todo en las fases de crecimiento y madurez, sin embargo en las fases de decrecimiento y reactivación se producen algunos resultados anómalos en predicciones H+90 y H+120, que no concuerdan con la valoración general ni con la de la campaña anterior.

En la predicción del movimiento de los SCM se aprecia que se sigue produciendo una cierta mejora sobre el modelo de predicción lineal, que utiliza sólo la última velocidad para determinar el movimiento de los SCM. El resultado de la verificación de esta campaña es muy similar al de la campaña anterior, con mejoras no muy importantes de nuestro modelo sobre el lineal, es de destacar que el impacto más positivo se produce en la fase de reactivación, con mejoras de hasta un 59%.

En cuanto a los índices de verificación global, los resultados obtenidos son similares a los de la campaña anterior en las predicciones H+30 y H+90, mientras que son peores en predicciones a más largo plazo. Al revisar la verificación según las fases del SCM se aprecia que mientras en la fase de madurez se producen mejoras significativas en los índices, es en las otras fases y en las predicciones H+90 y H+120 donde empeoran los resultados, y de esta manera aparece esa menor calidad de las predicciones H+90 y H+120.

Algunos de los resultados enumerados en apartados anteriores resultan de alguna forma sorprendentes, en especial las anomalías de algunos de los índices de verificación global en las fases de reactivación y decrecimiento, que además concuerdan con los resultados anómalos obtenidos en las verificaciones de los errores de predicciones de áreas en las mismas fases y para

los mismos plazos de predicción. Se ha procedido a revisar las verificaciones objetivas de manera individual para cada SCM de esta campaña, para tratar de encontrar una explicación a estos resultados anómalos, y se ha puesto de manifiesto lo siguiente:

- Hay alrededor de 19 SCM, de los 37 que constituyen la base de datos de esta campaña, en los que se producen resultados anómalos para los índices de verificación o para los errores de área, en las fases de decrecimiento o de reactivación. Estas anomalías se presentan especialmente en las predicciones H+90 y H+120.
- En cada uno de estos SCM cuando se producen estas anomalías, no se presentan sólo para alguna de las verificaciones, sino que es en todas ellas, es decir en los errores de área, en el POD, en la FAR y por tanto en el CSI.
- Estos resultados que consideramos anómalos consisten principalmente en la aparición de un salto muy brusco en los valores del error de área por un lado, y por otro del valor de los índices considerados, pasándose de una evolución lógica de los valores según el plazo de predicción a presentarse en el H+90 y/o en el H+120 repentinamente valores nulos del POD y valores del 100% para el FAR.
- La revisión pormenorizada de aquellos SCM en los que se han observado estos hechos nos lleva a pensar que tales resultados son consecuencia de haber introducido el IVN y la Compacidad como restricciones para considerar ciertas estructuras nubosas como SCM. En la fase de decrecimiento o de reactivación tienen como consecuencia que se deje de considerar a un SCM como tal sin que su área haya disminuido por debajo de los 5000 Km², en que finalizaría el proceso de verificación. Esto trae como consecuencia que sin existir un SCM como tal sí hay unas predicciones para verificar.
- En estos casos, al ser eliminado el SCM en base a unos criterios de análisis más restrictivos, sin que su área haya disminuido por debajo de 5000 Km², los errores en las predicciones H+90 y H+120 aumentan considerablemente respecto a los del año 1998. El procedimiento automático ha predicho un decrecimiento, pero en realidad no existe un SCM en los sucesivos análisis de las nuevas imágenes IR para realizar la verificación. Debido a esto, los errores que se calculen en estos casos tendrán los valores fuera de lugar mencionados en los puntos anteriores.

Respecto a la evaluación subjetiva no se pueden sacar más conclusiones que las mencionadas en el capítulo IV. Destaca en este sentido el escaso número de opiniones recibidas, y que la opinión general sobre el procedimiento parece ser positiva.

Las conclusiones que se sacan al utilizar la información sobre el número de rayos no son especialmente relevantes y se han comentado en el capítulo V.

BIBLIOGRAFIA

González, R.C., and Woods R.E., 1992: Digital image processing. Addison-Wesley Publishing Company.

Martín F., Elizaga F., Carretero O. y Riosalido R., 1994: Sistemas convectivos de mesoescala. Campaña Previmet Mediterráneo-93. Caracterización a partir de las imágenes de satélite, entorno sinóptico y mesoescalar y rayos. Nota Técnica STAP N° 15. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.

Riosalido R., Carretero O., Elizaga F. y Martín F., 1998: Predicción inmediata de sistemas convectivos de mesoescala. Campaña experimental Otoño-1998. Nota Técnica STAP N°32. Instituto Nacional de Meteorología Madrid.

Bibliografía complementaria sobre Sistemas Convectivos de Mesoescala

Canalejo M., Carretero O. y Riosalido R., 1993: Sistemas convectivos de mesoescala. Campaña Previmet Mediterráneo-90. Parte I:Caracterización a partir de las imágenes de satélite. Parte II:Evolución de los sistemas convectivos. Nota Técnica STAP N° 9. INM Madrid.

Canalejo M., Carretero O. y Riosalido R. , 1994: Sistemas convectivos de mesoescala. Campaña Previmet Mediterráneo-92. Parte I:Caracterización a partir de las imágenes de satélite. Parte II:Evolución de los sistemas convectivos. Nota Técnica STAP N° 14. INM Madrid.

Carretero O., Canalejo M. y Riosalido R., 1993: Sistemas convectivos de mesoescala. Campaña Previmet Mediterráneo-91. Parte I:Caracterización a partir de las imágenes de satélite. Parte II:Evolución de los sistemas convectivos. Nota Técnica STAP N° 12. INM Madrid.

Riosalido R., Elizaga F., Carretero O. y Martín F., 1998: Climatología satélite de Sistemas Convectivos de Mesoescala en las proximidades de la Península Ibérica: Aplicación a la predicción de lluvias torrenciales. Memoria de Investigación Proyecto CICYT CLI95-1776. Nota Técnica STAP N° 29. Instituto Nacional de Meteorología Madrid.