

DESARROLLOS PARA EL SISTEMA DE RADARES DEL INM

Fernando Aguado (Servicio de Teledetección, INM)
José Ignacio Prieto (EUMESAT)

RESUMEN

Se describen algunos desarrollos realizados con diferente objetivo: La disposición en un ordenador micro-vax s3300 de cuatro aplicaciones radar off-line y la elaboración de otras herramientas informáticas que permiten tanto al personal de la S.T.T. como del S.T.A.P., la realización de estudios y desarrollos en el ámbito del radar; una implementación para el archivo rutinario de información en el Centro Regional Radar inscrita en un proyecto de aprovechamiento climatológico de los datos; un módulo de extracción de datos en tiempo real de la imagen de acumulación horaria dentro de un proyecto de control de calidad de los productos radar y la implementación del módulo VAD en el sistema de proceso del Centro Regional para obtener características del campo de viento a partir de las imágenes de viento Doppler.

1. Aplicaciones off-line.

La disposición operativa de la aplicación EWIS en el ordenador del Centro Regional Radar, se puede esquematizar en la Fig. 1.

Los datos se reciben desde el segmento externo por la línea de microondas a través de un dispositivo DMA (*Direct memory acces*).

Uno de los procesos de la aplicación, atiende la llegada de datos, los vuelva en ficheros polares y envía un mensaje que irá arrancando encadenadamente el resto de los procesos encargados de la generación de los productos.

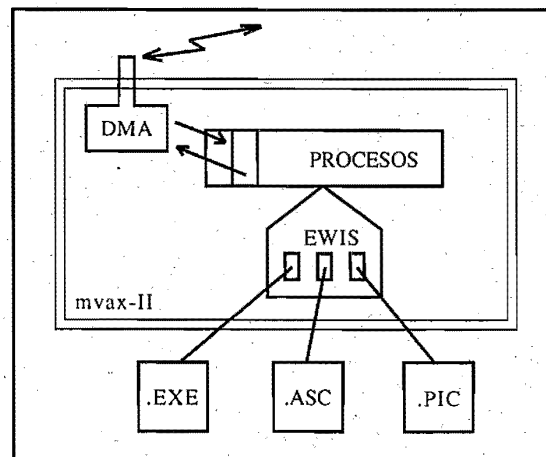


Fig. 1.- Disposición operativa en el micro-vax II

Los algoritmos usados en esa generación se recogen en los ficheros .EXE, numerosos parámetros en los ASC y las imágenes van a parar a .PIC.

La disposición en micro-vax s3300 se esquematiza en la Fig. 2.

Hay, como se ve, cuatro aplicaciones instaladas en el ordenador de desarrollo, cada una como es lógico con su propio juego de ficheros .exe, .asc, .pic.

De ellas, tres (EWIS, EWIS2 y EWIS3) se han destinado al apoyo en las tareas de la Sección de Teledetección Terrestre (S.T.T.) y una (EWIS1) a las del Servicio de Técnicas de Análisis y Predicción (S.T.A.P.).

El enganche DMA con el radar desaparece pero el *software* puede trabajar en modo simulación o reprocesar de nuevo una situación archivada previamente en volúmenes polares.

La independencia entre EWIS1 y el conjunto formado por las otras tres es total al no compartir ningún proceso de control o visualización del radar, lo que impide una eventual interferencia en el trabajo de ambas unidades administrativas.

Por otro lado, las tres aplicaciones destinadas a la S.T.T. se han instalado en un arreglo de práctica independencia desde el punto de vista del desarrollo.

Por ejemplo, una persona puede estar realizando en EWIS cambios en el módulo de acumulación mientras que otra modifica los algoritmos de *forecast* en EWIS2 y una tercera manipula las fórmulas de propagación de los haces en EWIS3 con la seguridad de que, en la fase de pruebas, el radar trabajará sólo con los cambios que cada uno haya introducido.

La única restricción se produce al chequear las modificaciones introducidas en el *software*.

La aplicación que arranca el radar es la que determina con qué programas, ficheros de parámetros, etc. trabajará aquél, de modo que no se pueden comprobar cambios en dos aplicaciones de modo simultáneo.

Aparte de éste no hay ningún problema, aunque hay que decir que en la práctica la restricción es pequeña puesto que el tiempo dedicado a chequeos suele ser muy inferior al dedicado a la programación.

La utilidad de la disposición para el trabajo del personal de la S.T.T. no se reduce sólo al desarrollo sino que se extiende además a las tareas de control de las condiciones de trabajo de los radares.

Al igual que el personal del S.T.A.P. puede, desde su propia terminal de visualización, optar por el acceso a los productos operativos en tiempo real que proporciona el radar de Madrid o, través del s3300, al estudio detenido de episodios importantes de precipitación archivados por cualquier radar de la red nacional.

Si los productos archivados son volúmenes polares de datos es posible incluso reanalizar la situación a unas alturas diferentes de las operativas, lo que puede ser útil si se quiere centrar la atención en unas cotas determinadas.

2. Generación de productos *off-line*.

El arreglo que a continuación se documenta permite de manera muy simple la obtención de todos los productos radar a partir de volúmenes polares almacenados en cinta.

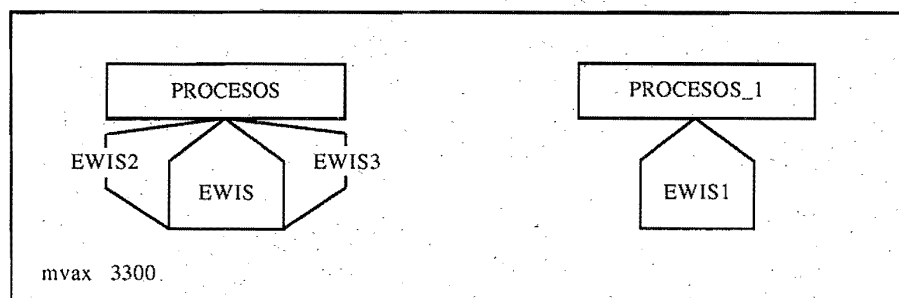


Fig. 2.- Disposición operativa del micro-vax s3300

La utilidad consta de un procedimiento de comandos y dos programas, uno para realizar la descompresión de los ficheros polares y el otro para arrancar la generación de los productos.

Aunque el procedimiento puede funcionar en cualquier ordenador micro-VAX que soporte la aplicación EWIS, se ha desarrollado para su utilización en las aplicaciones *off-line* que se hallan instaladas en el micro-VAX s3300 ubicado en la

Sala de Ordenadores de los Organismos Centrales del INM.

En ese contexto, esta utilidad está siendo usada para chequear el comportamiento operativo de los diversos radares de la red, para verificar mejoras en el proceso de datos y para el estudio radar de episodios de precipitación.

El funcionamiento se esquematiza en el diagrama de la Fig. 3.

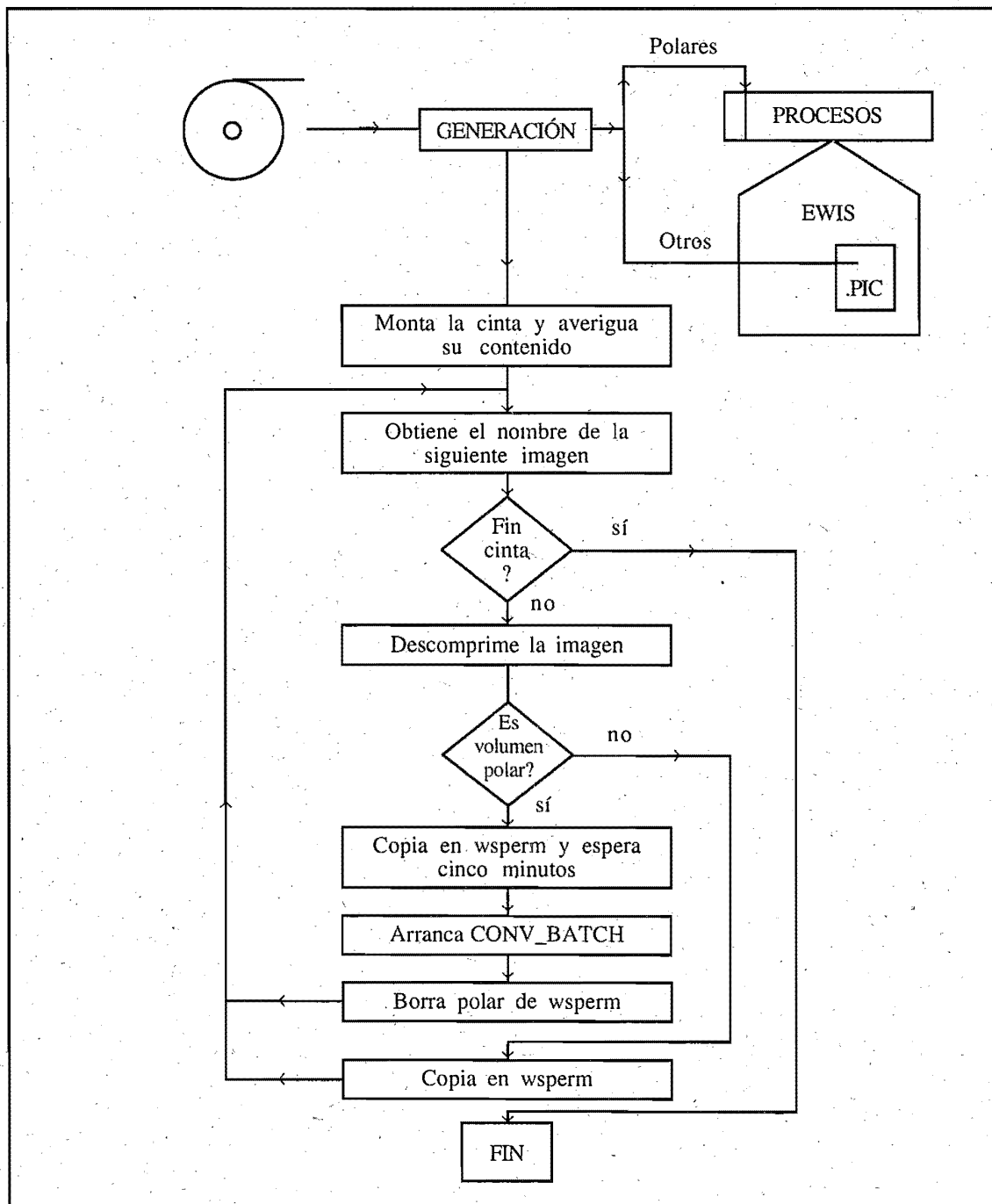


Fig. 3.- Esquema de proceso para la generación de productos *off-line*

3. Archivo intensivo de información radar.

Esta modalidad de archivo, implementada en un procedimiento de comandos DCL, permite recoger en cinta toda la información producida por el radar.

Los productos archivados son:

- Volumen polar del modo normal.
- Volúmenes polares Doppler de Z, W y T.

El funcionamiento se representa en el diagrama de la Fig. 4.

La implementación consta de procedimientos, un fichero de texto y un programa (compri-

me.exe) que se ha añadido a los disponibles por la aplicación.

La captura de datos se realiza en un tiempo real sobre los productos del ciclo de diez minutos anterior al actual para evitar conflictos con los procesos operativos.

Una vez arrancado el procedimiento el archivo funcionará durante alrededor de un día completo (el tamaño de la cinta) si el controlador no lo detiene explícitamente.

La utilidad de este tipo de archivo, se manifiesta en el hecho de que a partir de dicha información y en cualquiera de las aplicaciones *off-line* que hay instaladas, se puede generar de nuevo la totalidad de los productos.

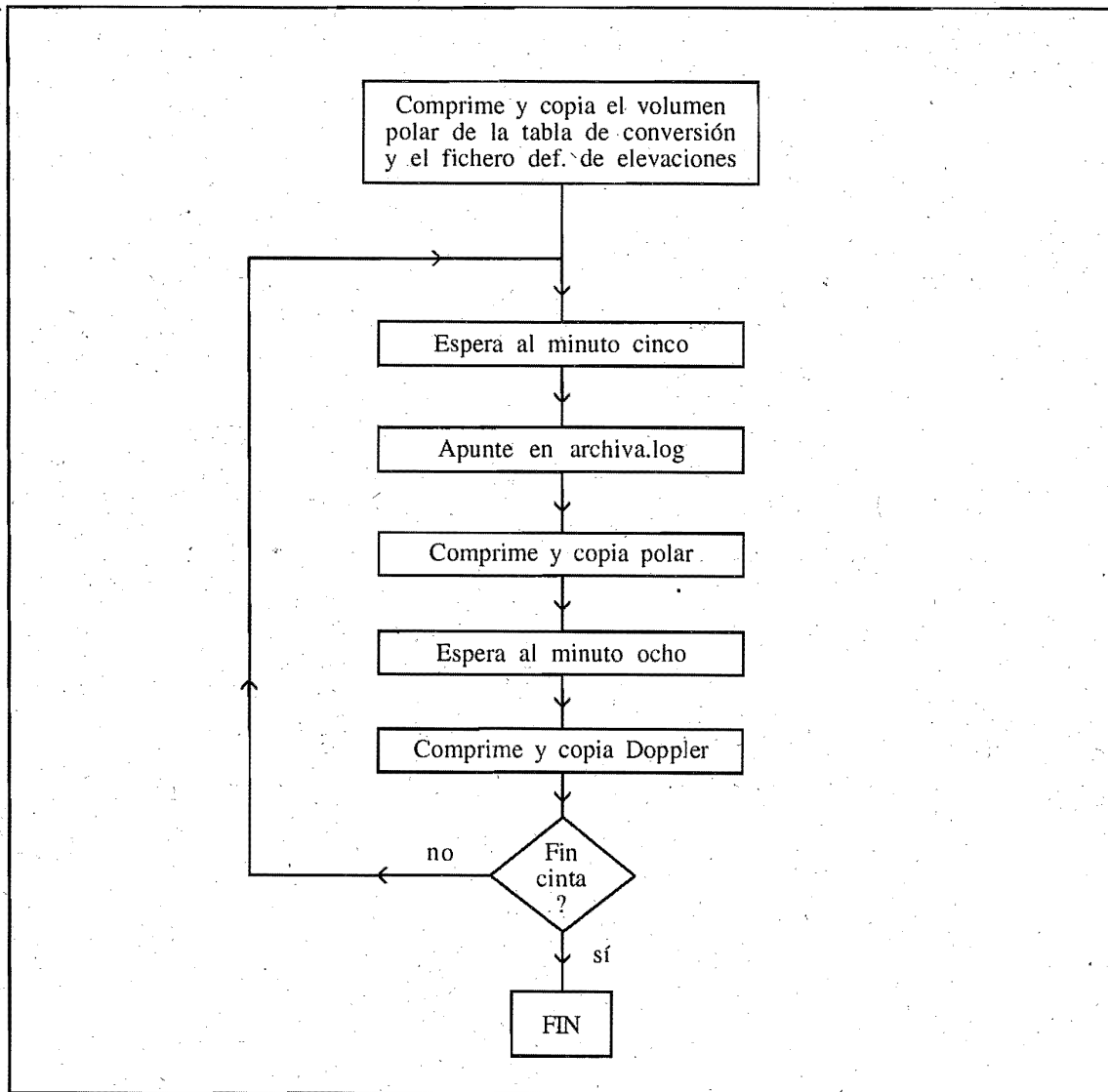


Fig. 4.- Archivo intensivo de información radar

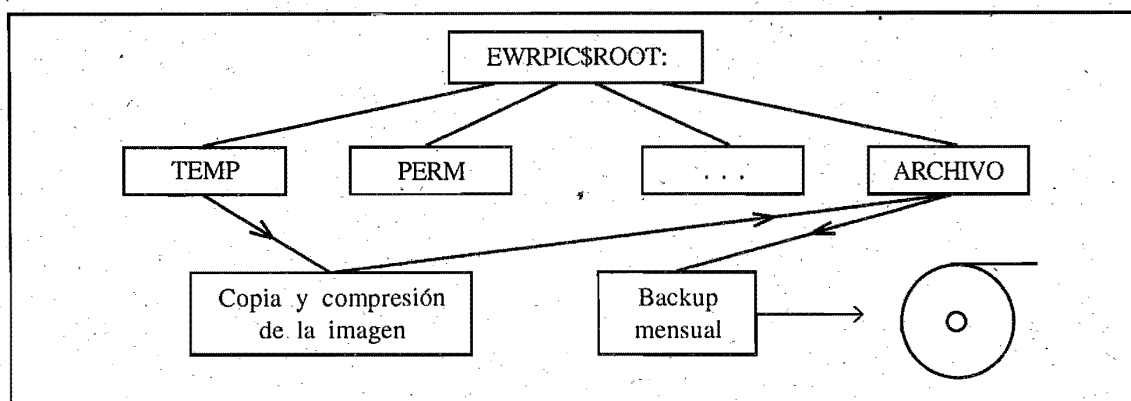


Fig. 5.- Archivo rutinario de información radar

4. Archivo rutinario de información radar.

El desarrollo que a continuación se documenta, permite gestionar el archivo de datos radar de una manera más eficaz que el que realiza la implementación original de Ericsson.

De momento y en una primera fase, sólo se contempla el archivo de las imágenes de acumulación generadas por el "modo normal" de trabajo del radar, pero este procedimiento se puede extender dentro de ciertos límites a otros productos, en particular al *ecotop* o al *cappi* generador de las acumulaciones.

El método, descrito en el diagrama de la Figura 5 es muy simple, pues consiste en salvar la información de forma comprimida y conforme se va produciendo en un nuevo directorio del disco DUA1 del micro-VAX.

Con las actuales restricciones operativas, la tarea del controlador del Centro Regional Radar, se limitaría a la realización de un *backup* periódico (mensual) a cinta de dicho directorio, seguido de un borrado de los correspondientes ficheros del disco.

Se calcula también que una cinta puede contener cerca de cuatro años de datos de acumulación horaria.

Esta implementación, que ha involucrado la modificación de siete módulos en la aplicación de control, encuentra su sentido dentro del proyecto de archivo climatológico de la pluviometría radar que se esquematiza en la Fig. 6.

Las cintas con información procedente de cada emplazamiento serían procesadas con posterioridad en el ordenador VAX-785 por unos programas de composición separados de la composición nacional *on-line* pero que tendrían un código muy parecido.

Este modo de proceder permitiría la ventaja adicional de permitir la implementación de un sistema sencillo (por simple conteo) de control funcional de la red de radares.

Las imágenes compuestas resultantes pasarían por último al archivo de la base de datos con un formato muy adecuado para su tratamiento posterior.

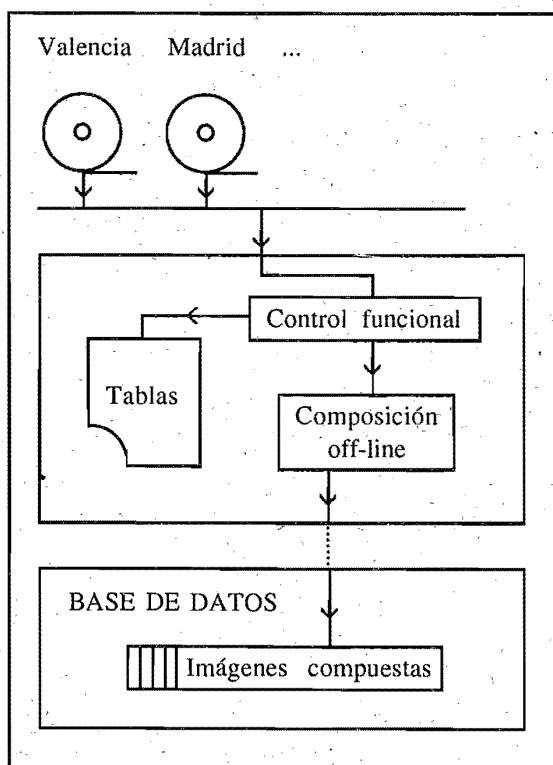


Fig. 6.- Proyecto de archivo climatológico de información radar

5. Control de la calidad de los datos radar.

Un requisito indispensable en las tareas de desarrollo en radar es la disposición de un sistema objetivo de control de calidad de los productos.

El procedimiento usual suele consistir en la comparación estadística de series de datos de algún parámetro meteorológico calculado por el radar con magnitudes equivalentes registradas por otros sistemas con mayor fiabilidad.

Un seguimiento continuo de la calidad, definida como el grado de proximidad entre ambas series puede permitir la detección de fallos en la operación del sistema o comprobar el alcance de las mejoras que, eventualmente, se decida introducir.

Por esas razones, se ha concebido un esquema de proceso que se representa en la Figura 7.

El dato radar elegido para la comparación es la precipitación acumulada en una hora aunque se podría pensar en cualquier otra imagen de acumulación.

Esos productos, son muy adecuados para la realización de estas tareas, pues tienen equivalente en otras bases de datos del INM: Existe toda la red de estaciones automáticas y la pluviométrica con datos de precipitación a nivel del suelo.

Además, esos campos acumulan los errores que se van produciendo en cascada en el proceso de datos por ser los más elaborados, de modo que cambios en aspectos tan diferentes como las relaciones Z-R, el modelo de trayectorias o los procesos de conversión, deberían reflejarse en variaciones de la calidad del dato.

El módulo de extracción ha sido desarrollado ya y funciona desde hace meses en el sistema radar del Centro Regional de Madrid.

La implementación, que se esquematiza en la Fig. 8, ha requerido la creación de 6 módulos y la modificación de otros ocho en la aplicación de control y visualización de productos radar.

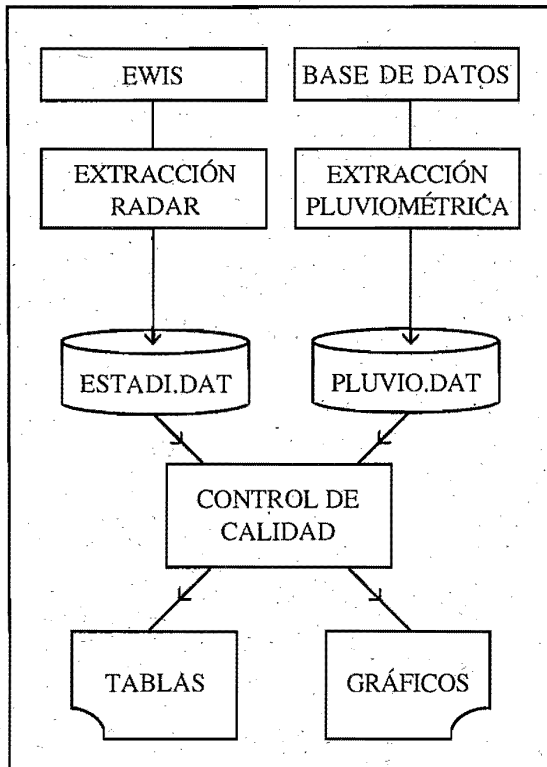


Fig. 7.- Proyecto de control de calidad de los datos radar

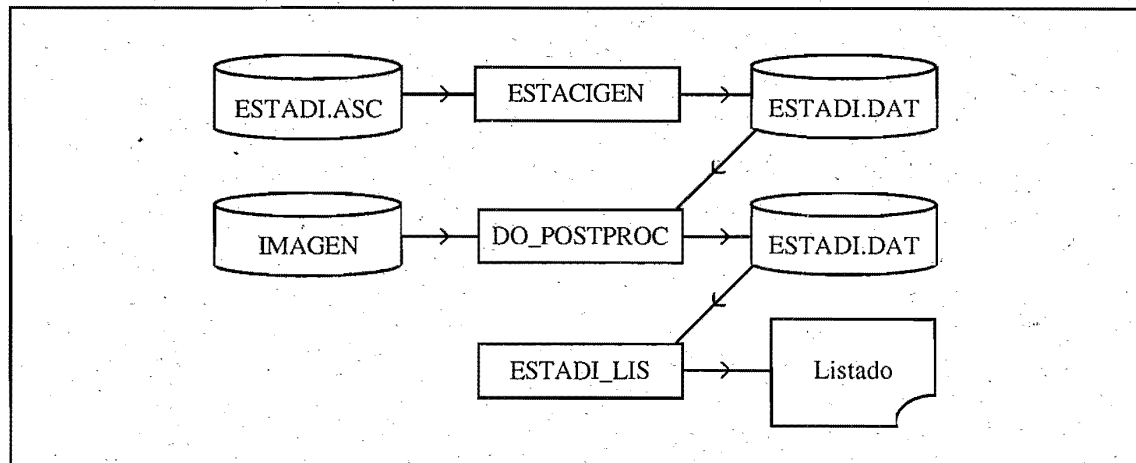


Fig. 8.- Módulo de extracción de datos radar

El programa ESTACIGEN, crea un fichero binario a partir de uno de texto en el que se han incluido los datos de todas aquellas estaciones pluviométricas que se deseen dentro de la cobertura radar.

A partir de entonces, cada hora y para cada estación, siempre que el correspondiente pixel de la imagen de acumulación horaria registre un valor significativo, ese dato y los ocho circundantes se grabarán en el fichero ESTADIDAT junto a la hora de captura y la estación a que corresponden.

6. Módulo VAD.

Se ha implementado en fase de prueba un módulo para obtener características del campo de viento a partir de los datos recogidos por el modo Doppler del radar.

Se fundamenta en las presentaciones VAD (*Velocity Azimuth Display*) de los datos de velocidad radial en una elevación determinada.

Para cada rango, se tiene un conjunto de pares (ϕ_i, v_i) para todos los azimuts ϕ_i en los que exista dato de viento radial v_i . (Véase Figura 9).

Un ajuste por mínimos cuadrados de estos datos a un desarrollo de Fourier en dos armónicos (campo lineal de viento sin ruido) de la función $v = v(\phi)$, junto a la ecuación de continuidad y la suposición de velocidad terminal de caída de

las gotas conocida y constante, permiten obtener las siguientes propiedades cinemáticas del campo de viento:

- Divergencia horizontal
- Componentes u, v, w de la velocidad
- Deformaciones de cizalla y extensión
- Eje de la deformación con respecto al Norte

Los datos se promedian cada tres rangos diferentes y del análisis a diferentes distancias, se obtiene el perfil vertical de los diferentes parámetros.

Una vez habilitado el módulo en la correspondiente opción del menú de control, los cálculos se realizarán y el usuario puede optar entre una visualización en tabla o a la sobreimpresión de un determinado perfil sobre la imagen.

El formato tabla presenta la totalidad de los datos, con la altura en las filas y las distintas características cinemáticas ordenadas por columnas.

La implementación de este módulo, ha requerido la inclusión de una nueva subrutina y la modificación de otros cinco módulos en la aplicación EWIS.

Los límites y precisión de la técnica, sus requisitos de operación y las distintas aplicaciones de estos datos, se pueden consultar en la referencia bibliográfica de Prieto, J.

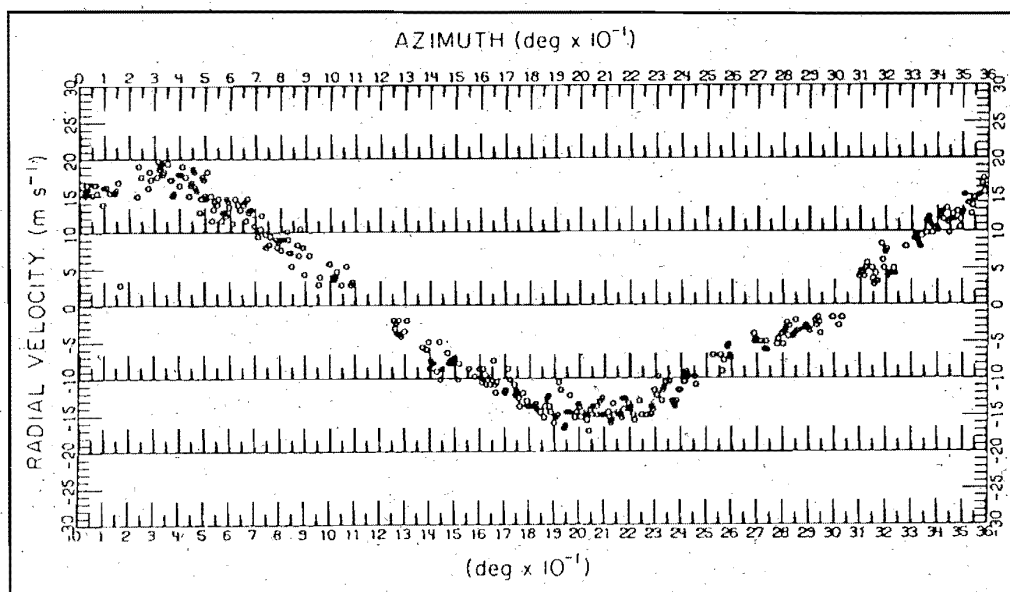


Fig. 9.- Presentación VAD. De Doviak y Zrnic (1984)

Referencias.

Doviak, R.J.; Zrnic, D.S. (1984). Doppler radar and weather observation. Academic Press.

Prieto, J.I. El radar Doppler en la determinación de campos de viento. (En publicación).