

Comunicación P-13

ELIMINACIÓN MEDIANTE RAINSAT DE ECOS DE TIERRA EN LA IMAGEN COMBINADA RADAR+SATÉLITE

José Miguel Gutiérrez Núñez

Servicio de Teledetección (INM)

RESUMEN

Se describen los algoritmos RADAR-RAINSAT empleados en la elaboración de un nuevo producto RADAR+SATÉLITE de intensidad de precipitación. Se persigue, por una parte, eliminar de la imagen combinada RADAR+SAT los ecos debidos a propagación anómala y, por otra, paliar la aparente pérdida de visión radar en la periferia.

1. Introducción

La imagen combinada RADAR+SAT, original de MCGILL, superponía directamente la imagen de composición SÓLO RADAR sobre la RAINSAT de intensidad de precipitación heredando, por tanto, los errores inherentes al dato radar (ecos de tierra, bloqueos, excesiva elevación del haz, etc.).

Aprovechando la concurrencia, en la parte radar de la imagen, de dos fuentes independientes (radar y satélite), se ha desarrollado un nuevo producto RADAR+SAT que incorpora, sobre el anterior, unos algoritmos de comparación RADAR-RAINSAT diseñados para eliminar los ecos de tierra debidos a propagación anómala que contaminan las imágenes y paliar la pérdida de visión radar provocada por la excesiva elevación del haz en los bordes.

La imagen RAINSAT de probabilidad de lluvia, que no intervenía en la imagen combinada original, juega ahora un papel importante en el algoritmo de eliminación de ecos de tierra debido a su mayor sensibilidad a la presencia de precipitación.

Tal como se encuentran actualmente definidos los niveles de probabilidad (Camacho y Gutiérrez, 1994), el nivel etiquetado «riesgo bajo» (azul en las imágenes), a pesar de corresponder a la consideración de «no lluvia RAINSAT», aporta gran información al alertar de la proximidad de lluvia RAINSAT y recordarnos que en un porcentaje pequeño, aunque no despreciable, de casos el radar detectó lluvia en *pixeles* con los mismos valores (VIS, IR).

2. Algoritmo de eliminación de ecos de tierra

La imagen de composición SÓLO RADAR se elabora a partir de los CAPPI obtenidos de barridos en modo normal (no DOPPLER) y por tanto puede estar contaminada por ecos fijos. El proceso de conversión de volumen polar a cartesiano incorpora ya un procedimiento de eliminación de ecos de tierra que consiste en marcar como tales, para luego ignorarlos en la interpolación, aquellos puntos del polar que, en un día claro y en condiciones de propagación normales, den eco superior a un cierto umbral.

Sin embargo, este procedimiento no resuelve el problema de los ecos debidos a propagación anómala. La mayor parte de estos ecos surge cuando el haz radar atraviesa capas de la atmósfera muy estables, especialmente inversiones.

Buena parte de las inversiones en la Península se asocian a situaciones anticiclónicas o al enfriamiento nocturno en ausencia de viento. En ambos casos la nubosidad suele ser escasa o estar reducida a niveles muy bajos. Esto conlleva que los productos RAINSAT difícilmente llegan a dar señal en las imágenes.

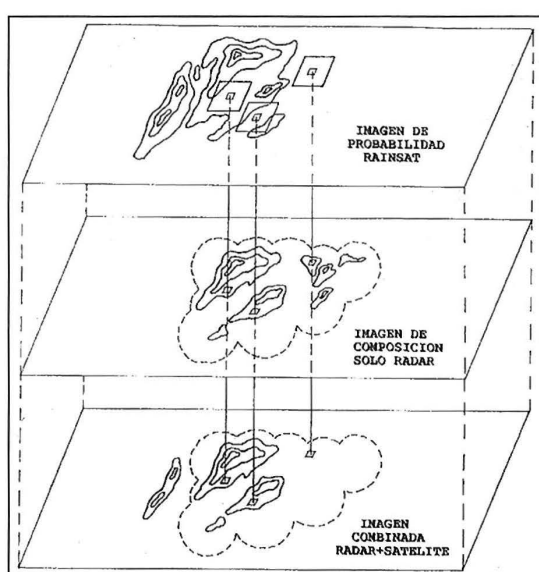


Fig. 1. Representación gráfica del algoritmo de eliminación de ecos de tierra

La ausencia de señal de intensidad de precipitación RAINSAT en una determinada área no es garantía suficiente de que no se estén produciendo precipitaciones (Camacho y Gutiérrez, 1994), ya que el umbral de lluvia RAINSAT fue fijado en términos de una probabilidad de casos de lluvia RADAR (EQ_{PC}) que, en el caso de nuestras matrices, suele oscilar entre el 30 y el 40%.

Sin embargo, la ausencia absoluta de señal significativa de probabilidad RAINSAT en una determinada zona, teniendo en cuenta los niveles de probabilidad empleados para definir el nivel más bajo, color azul ($EQ_{PC} \times 0,4$), nos ofrece ya una mayor seguridad de que la nubosidad va a resultar escasa o, a lo sumo, confinada a los niveles más bajos (capas de estratos). En esas circunstancias, no parece fácil que pueda llegar a desprenderse alguna precipitación medianamente significativa.

Basándonos en lo anterior introducimos el siguiente algoritmo: dado un *pixel* con eco radar en la imagen de composición RADAR, se recurre a la imagen RAINSAT de probabilidad. Si en un entorno de dicho *pixel* no existe ningún otro con valor no nulo de probabilidad se entiende que se trata de un eco de tierra y se elimina. En caso contrario el dato radar se respeta.

Respecto a las dimensiones del entorno antes referido, se ha considerado que un cuadrado de 15 *pixels* de lado (equivalente a 60×60 km), centrado en el *pixel* analizado, resulta adecuado ya que compensa suficientemente los posibles desajustes de navegación entre el radar y el satélite.

3. Corrección del efecto de la elevación del haz. Suavizado en los bordes

Debido a la elevación respecto a la superficie terrestre que sufre el haz radar a medida que se aleja, las precipitaciones que se generan en niveles bajos dejan de ser detectadas total o parcialmente. Puesto que el dato RAINSAT de intensidad de precipitación no se ve afectado por la distancia a los radares, puede ser útil para detectar y corregir la eventual pérdida de visión radar en la periferia de su cobertura.

Para evaluar en qué medida puede estar actuando dicho efecto, debemos conocer para cada *pixel* la distancia que lo separa del radar más cercano de los que han intervenido en la composición.

Para ello, se asigna a cada *pixel* un valor entero, entre 0 y 5, que da cuenta de la distancia al radar más cercano entre los que han intervenido en ese ciclo. Los *pixeles* quedan así clasificados en función de este *flag* al que denominamos «índice de cercanía».

Los *pixeles* que se encuentran fuera de la cobertura de cualquier radar (índice 0) toman su valor de intensidad de precipitación directamente de la imagen RAINSAT. Aquellos *pixeles* situados a menos de 140 km del radar más cercano (índice 5), no modifican su valor dado que la visión del radar en ellos no se ve sustancialmente afectada por el efecto de la elevación del haz.

Los *pixeles* comprendidos entre 140 km y 240 km del radar más cercano (índices de cercanía de 4 a 1) acusarán en distinto grado la pérdida de visión producida por la elevación del haz radar. Para ellos se ha habilitado un algoritmo basado en comparar en cada *pixel* el valor de intensidad de precipitación RADAR con el correspondiente valor RAINSAT. Siempre que el dato RADAR supere o iguale al dato RAINSAT se respetará el dato RADAR.

En caso contrario, el valor final asignado podrá oscilar entre el dato RADAR y el RAINSAT. Para ello se tendrá en cuenta el índice de cercanía del *pixel* y el número de niveles que el dato RAINSAT supera al RADAR. A medida que el índice de cercanía de los *pixeles* pasa de 1 a 4, es decir, a medida que la distancia al radar más cercano disminuye, la influencia del dato RAINSAT en el dato final de precipitación será menor.

El algoritmo queda claramente expresado como sigue. Sea:

I → Índice de cercanía

R → Nivel RADAR

S → Nivel RAINSAT

C → Nivel asignado al *pixel* en la imagen combinada

Para *pixeles* con índice de cercanía entre 0 y 5: $0 < I < 5$

Si $(S - R) \geq I$ entonces $C = S - I + 1$

Si $(S - R) < I$ entonces $C = R$

Para $I = 0$ entonces $C = S$

Para $I = 5$ entonces $C = R$

Así, en los *pixeles* con índice de cercanía 1, si el valor RAINSAT de intensidad de precipitación supera el valor RADAR, será aquél el valor finalmente asignado. Sin embargo, para que en un *pixel* con índice 4 el dato final en la imagen combinada supere al dato RADAR deberá poseer un dato RAINSAT superior en, al menos, cuatro niveles al dato RADAR.

Este procedimiento contribuye a suavizar las discontinuidades que se observan en los bordes de la cobertura RADAR, es por eso que se le denomina «procedimiento de suavizado». Sin embargo, su principal utilidad es que aporta, en las áreas periféricas de la cobertura radar, información referente a precipitaciones que de otro modo, bien por ser éstas de tipo bajo o por estar en zona de bloqueo radar, permanecerían ocultas en la imagen combinada. Este algoritmo no interfiere con el de eliminación de ecos de tierra ya que sólo actúa modificando el valor RADAR cuando el dato RAINSAT de intensidad de precipitación supera el dato RADAR.

4. Consideraciones finales

En general, la nueva imagen combinada consigue eliminar correctamente los casos más significativos de ecos de tierra.

Sin embargo, en determinadas circunstancias, el algoritmo de eliminación de ecos de tierra puede llegar a errar. Durante la noche, cuando las imágenes RAINSAT se obtienen únicamente de la imagen infrarroja, puede suceder que capas tenues aunque extensas de nubosidad media o alta lleguen a dar señal de probabilidad e impidan identificar los ecos debidos a propagación anómala.

También puede ocurrir que precipitaciones asociadas a nubosidad baja (lloviznas) lleguen a ser confundidas con ecos de tierra al no dar señal significativa de probabilidad. Tampoco es descartable que pueda ocurrir otro tanto en casos de convección incipiente o menuda, especialmente durante la noche.

Referencias

Camacho, J. L.; J. M. Gutiérrez, 1994: *Técnicas RAINSAT en Centro Nacional. Nota técnica INM. SRD-RAD-13//5-94.*