

Mapa 1: Mapa topogràfic de l'àrea catalana que interessa per l'exercici de simulació  
 (Font: Imatge parcial del mapa Cartografia Militar de Espanya, fulls de Portbou (20-5) i de Figueres (20-6), escala 1:100 000. Servicio Geográfico del Ejército)



# DESCOBRINT COM APAREIXERÀ CATALUNYA ALS ULLS DE L'ERS-1

**F. Dente**

*Alenia Spazio, Roma, Itàlia*

**M.R. Toma**

*Alenia (Aeritalia & Selenia) S.p.A., Radar & C<sup>o</sup> Division  
Development and Technologies, Roma, Itàlia*

**A. Farina, F. Vinelli**

*Alenia (Aeritalia & Selenia) S.p.A., Radar & C<sup>o</sup> Division  
System Analysis Group, Roma, Itàlia*

## Introducció

El Radar d'Obertura Sintètica (SAR) data només del 1951, l'any en el qual Carl A. Wiley, de Goodyear Aerospace, va concebre l'innovador concepte del *Doppler beam sharpening*<sup>1</sup>. Aquesta brillant idea permet a la tècnica de distingir dos dispersòmetres que tinguin petites diferències de valors d'azimut, però que estiguin dins de l'abast del feix del radar i a la mateixa distància d'aquest. La tècnica es basa en l'explotació de la diferència de freqüència Doppler que tenen els dos dispersòmetres. Aquesta situació pot donar-se quan el radar és a bord d'un coet o un satèl·lit que es moguin al llarg d'un trajecte recte a velocitat uniforme. En el mode de *strip-map*, l'antena del radar és perpendicular a la línia de vol i orientada cap a la Terra. Durant el moviment de la plataforma, el radar transmet una seqüència d'impulsos curts separats per intervals de temps en els quals el radar rep els ecos electromagnètics retrodispersats *Electromagnetic echoes* (EME) de terra. Així doncs, el moviment relatiu del radar respecte de l'escena indueix l'esmentada modulació de freqüència Doppler en els EME retrodispersats. Si s'explota correctament, aquesta modulació ofereix una resolució considerable en la direcció "al llarg del trajecte" (també coneguda com a direcció de *cross-range* -distància de creuament- i *azimuth direction*) respecte de la resolució normal-

ment condicionada a l'amplada del feix del radar. Per al SAR espacial no és estrany de tenir una millora de resultat d'uns quants centenars de vegades amb la qual cosa s'obté una resolució aproximadament de deu a vint metres. La millor qualitat de la resolució està relacionada també amb la major llargada de l'antena sintètica (també anomenada obertura sintètica) a causa del moviment de translació de l'antena real al llarg del trajecte<sup>2</sup>. A més, si els impulsos són prou curts, o bé codificats per a imitar impulsos més curts, es pot arribar a obtenir una resolució en distància (*slant-range*) de l'ordre de 10-20 m i fins i tot menor.

Així, doncs, l'escena tridimensional captada pel radar és representada per aquest en el pla *azimuth-slant range*, i on cada pixel de la imatge té una intensitat proporcional a l'amplada dels EME retrodispersats. La imatge produïda pel radar sembla diferent d'una imatge òptica a causa de fenòmens de distorsió com els anomenats de superposició, escorç i ombrejat<sup>3</sup>. Amb tot, la imatge del SAR és força reconeixedora per als ulls humans i proporciona informació complementària de la facilitada per d'altres sensors (per exemple, l'òptic IR). Encara més, el SAR pot treballar des de grans distàncies (centenars de quilòmetres) i en qualsevol condició climàtica (dia, nit, amb núvols, etc.).

Una millora força apreciable de la tècnica bàsica *strip-map* del radar SAR és la

interferometria del SAR per a mesurar la tercera dimensió de l'escena captada<sup>4</sup>. En aquest mode operatiu, el radar té dues antenes verticals, paral·leles al trajecte marcat per la plataforma i amb els centres de fase separats per una distància (*baseline*) d'uns quants metres. Les dues antenes estan orientades cap a la mateixa escena, però reben d'una part d'aquesta escena dos EME retrodispersats que tenen una diferència de fase proporcional a l'alçada de la porció de l'escena. Així, doncs, una línia de contorn, caracteritzada per un valor diferencial de fase constant, correspon a una línia d'alçada constant. En un procés de funcionament alternatiu, la interferometria es pot fer funcionar amb només una sola antena de radar que sobrevoli la mateixa escena movent-se, en òrbites successives, al llarg de dos trajectes paral·lels separats uns quants centenars de metres l'un de l'altre. Aquest és el cas del modern SAR espacial que permet un control molt acurat de les òrbites.

## Els sistemes

### de SAR espacial del SEASAT i l'ERS-1

Des del 1951 s'ha portat a terme una increïble quantitat de treball teòric, realitzacions pràctiques i campanyes d'experimentació amb captació remota a tot el món<sup>5,6</sup>. El primer SAR espacial fou llançat el 1978 a bord del satèl·lit SEASAT i estava equipat també amb un radar-àlmetre

## Notes:

1. Wiley, A.C.: "Synthetic Aperture Radar, a Paradigm for Technology Evolution", a *IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems*, volum AES-21, núm. 3, pàgs. 437-443. Maig, 1983.
2. Ausherman, D.A., Kozma, A., Walker, J.C., Jones, H.M. i Poggio, E.C.: "Developments in

Radar Imaging", a *IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems*, volum AES-20, núm. 4, pàgs. 363-400. Juliol, 1984.

3. Leberl, F.W.: *Radargrammetric Image Processing*. Artech House, 1989.

4. Zebker, H.A. i Goldstein, R.M.: "Topographic Mapping from Interferometric Synthetic Aper-

ture Radar Observations", a *Proc. of IGARSS'85*. Amherst, M.A.

5. Elachi, C.: *Spaceborne Radar Remote Sensing: Applications and Techniques*. IEEE Press, 1988.

6. ERS-1 Special Issue: *ESA Bulletin*, núm. 65. Febrer, 1991.



(per a mesurar l'alçada de la superfície geoid amb resolució i precisió en una fracció d'un metre) i un dispersòmetre (per a mesurar la reflectivitat EME de l'escena). Aquest sistema meravellós va proporcionar una gran quantitat de dades que encara han de ser analitzades a fons. Una generació de científics, enginyers i usuaris ha estat educada mitjançant la interpretació i anàlisi d'aquestes dades del SEASAT.

L'any 1991 l'Agència Espacial Europea va llançar l'ERS-1 (Satèl·lit Europeu de Captació Remota), equipat amb un SAR, un altímetre i un dispersòmetre. Les característiques principals del SAR són les següents<sup>6</sup>:

- Freqüència portadora: 5,3 GHz (banda C)
- Potència màxima: 4,8 KW
- Abast d'impuls comprimit: 64 nsec
- Freqüència de repetició de l'impuls: 1 640 Hz
- Mida de l'antena: 10 m x 1 m
- Angle d'incidència: 23° a mig recorregut
- Abast del recorregut: 250 km a costat i costat del trajecte orbital
- Amplada del recorregut: 100 km
- Resolució espacial: 30 m x 30 m
- Resolució radiomètrica: 2,5 dB

L'ERS-1 s'ha situat dins d'una òrbita polar sincrònica amb el sol, inclinada considerablement cap a l'equador. L'alçada mitjana de l'ERS-1 és de 780 km. L'ERS-1 té un cert nombre de propulsors, alineats respecte dels tres eixos principals de la plataforma, per tal de mantenir i modificar l'òrbita del satèl·lit i ajustar la seva altitud.

Des dels primers dies del seu funcionament, es van poder apreciar les qualitats extraordinàries de les dades proporcionades pel SAR. Encara més, les òrbites tan estables de la plataforma han permès de combinar dades que corresponen a òrbites paral·leles de la mateixa regió per tal de calcular la interferometria. S'hi han obtingut resultats molt satisfactoris, com en el cas d'un estudi sobre Sardenya, a Itàlia<sup>7</sup>.

Ja que en un futur proper el satèl·lit sobrevolarà també Espanya, es va considerar interessant d'intentar anticipar com podia veure's Espanya des dels ulls de l'ERS-1. Amb aquest objectiu, es va establir

una cooperació científica informal entre l'Institut Cartogràfic de Catalunya (Barcelona) i el Grup d'Anàlisi de Sistemes d'Alenia (Roma). Des del 1989, aquest grup treballa activament en la simulació de missions, tant aèries com espacials, del SAR. Per altra banda, l'Institut és una font d'informació molt útil, respecte dels Models d'Elevació Digital (MED) i dels mapes temàtics de diferents àrees d'Espanya.

### Simulacions de missions espacials del SAR

En aquesta secció es fa una breu descripció del mètode utilitzat per a l'esmentat exercici de simulació. Un simulador del SAR genera les dades en brut recollides pel radar durant la seva missió de captació remota. Aquestes dades són els EME retrodispersats rebuts de resultes de cada impuls transmès. L'eco retrodispersat per un dispersòmetre del tipus de punta és una rèplica ponderada, retardada i de freqüència canviada de l'impuls transmès. L'eco retrodispersat per més d'un dispersòmetre del tipus de punta és la combinació coherent (pel que fa a la fase) dels ecos retrodispersats per cadascun dels dispersòmetres de punta. Quan l'escena captada és un continuum de dispersòmetres, és força usual de descompondre l'escena en un nombre adient de dispersòmetres per a cada parcel·la de resolució. Aquest nombre és, generalment, limitat a causa de la complexitat computacional del problema. En un tractament alternatiu, el nombre de dispersòmetres per parcel·la de resolució es limita a un. Malgrat tot, l'eco retrodispersat és tractat com una variable aleatòria que té una funció *Rayleigh* de densitat de probabilitat (*Probability Density Function* -PDF-) per a l'amplada i una PDF uniforme per a la fase. L'aleatorietat dels ecos retrodispersats és una manera computacionalment eficient de simular el fenomen *speckle* que s'observa en una imatge SAR. El *speckle* (picat) és el resultat final d'una combinació coherent de diversos dispersòmetres en una parcel·la de resolució. Visualment, la imatge SAR de l'escena té l'aparença de "sal i pebre" fins i tot si l'escena té una reflectivitat de radar uni-

forme. Aquest tractament és el més adient en aquest cas perquè l'escena és força àmplia i l'esforç computacionalment seria prohibitiu si augmentéssim el nombre de dispersòmetres<sup>8,9</sup>.

Per a més comoditat, les dades en brut s'emmagatzemen en el que podríem anomenar matriu hologràfica. La línia genèrica de la matriu conté el senyal rebut pel radar després de la transmissió de l'impuls genèric. Així, doncs, la matriu té un nombre de línies igual al nombre d'impulsos transmesos, i un nombre de columnes igual a les parcel·les (*range cells*) dins de l'interval de repetició de l'impuls.

Per tal de calcular la matriu hologràfica cal una determinada quantitat d'informació. Un exemple de la principal podria ser el següent llistat:

1. La freqüència portadora.
2. La forma d'ona transmesa, per exemple: duració de l'impuls, codificació de l'impuls, interval de repetició de l'impuls i nombre d'impulsos durant l'obertura sintètica.
3. El patró de radiació de l'antena i la polarització en fases de transmissió i recepció.
4. La màxima potència transmesa.
5. La sensibilitat del radar receptor.
6. La conversió d'analogic a digital i les característiques de formatejat del sistema.
7. Els angles de direccionalitat del feix de l'antena.
8. La trajectòria i velocitat de la plataforma.
9. El model d'elevació digital de l'escena.
10. Una descripció del contingut de l'escena mitjançant un mapa temàtic.

Les dades 1 a la 5 són pertinents per al radar i s'utilitzen per aplicar l'equació del radar (per exemple, la que calcula la potència de l'eco que es rep) i per trobar la resolució espacial del radar. El punt 6 identifica el format dels mots digitals utilitzats per representar la matriu hologràfica. Els elements 7 i 8 determinen, entre d'altres, les característiques del recorregut. El MED (punt 9) és necessari per tal de simular els efectes de superposició, escorç i ombrejat.

### Notes:

7. SAR Interferometry with ERS-1. Seminari. ESRIN Frascati (Itàlia). 31 d'octubre de 1991.
8. Vinelli, F., Morabito, C. Toma, M.R., d'Addio, E., Farina, A. i Pangrazi, R.: "Processing of Spa-

ceborne and Airborne SAR Data: An Experimental Activity", pàg. 301-308. Conferència internacional sobre radars. París, 24-28 d'abril de 1989.

9. Dente, F. i Vinelli, F.: "A Model and a Software Tool for SAR Product and System Simulation: Practical Application Examples". IGARSS 92. Huston (Texas), 25-29 de maig de 1992.



Finalment, el mapa temàtic és un instrument útil a l'hora de calcular el mapa de la reflectivitat EME del radar mitjançant la utilització de bases de dades experimentals<sup>10</sup>. Essencialment, la reflectivitat del radar (un paràmetre no dimensionable) s'obté a través del tipus de terreny i les característiques de l'ona EME (freqüència portadora, polarització, angle d'incidència).

Si es pogués visualitzar la matriu hologràfica, tindria l'aspecte d'un núvol de punts. Per tal de comprovar el nivell de precisió de la simulació, és convenient de processar les dades en brut a fi d'obtenir una imatge de l'escena captada. Això s'ha fet, en l'exercici esmentat de simulació, utilitzant el processador del SAR desenvolupat a Alenia<sup>8</sup>. En poques paraules, el processador del SAR és un filtre bidimensional que explota la codificació en distància i en azimut del senyal hologràfic. El procés de la matriu hologràfica pel filtre és pot fer eficaçment recorrent a dos *Fast Fourier Transformer* (Transformador Ràpid Fourier -FFT-) unidimensionals que funcionessin en cascada. Per reduir el *speckle* s'uneixen de manera incoherent un cert nombre d'imatges independents de la mateixa escena (també anomenades *looks*), la qual cosa dona com a resultat una imatge amb una resolució radiomètrica millor, però amb una resolució geomètrica més limitada.

A la figura 1 es pot veure un diagrama simplificat de l'instrument de simulació. A través del MED i el mapa temàtic, es genera el mapa de la reflectivitat del radar per projecció en la distància (*slant range*). Posteriorment, els EME retrodispersats es poden calcular d'una manera efectiva avaluant la suma coherent mitjançant l'aplicació de l'algoritme del FFT. En aquesta fase, el dispersòmetre és tractat de manera aleatòria per tal que respongui del fenomen *speckle*. A més, els resultats es puguin correlar espacialment a través de la funció de transferència del radar. Finalment, la imatge del SAR de l'escena captada s'obté a través d'una operació de filtratge bidimensional. El producte final podria considerar-se com un conjunt de dades de valor complex o de dades d'amplitud per a ser visualitzades.

#### Nota:

10. Ulaby, T. i Dobson, M.C.: *Handbook of Radar Scattering Statistics for Terrain*. Artech House, 1989.

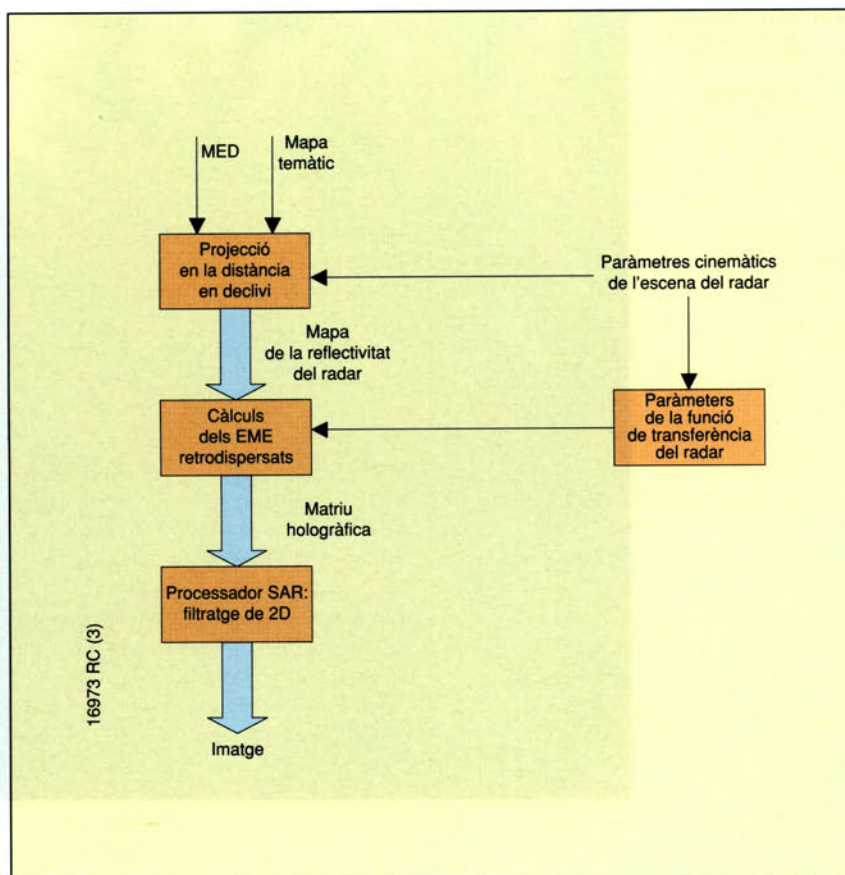


Figura 1: Diagrama del simulador SAR

Una major sofisticació de la tècnica de simulació esmentada anteriorment estaria relacionada directament amb la utilització del mode interferomètric del SAR. Ara ens cal generar dues imatges de valor complex de les quals podem derivar les franges d'interferència (per exemple, els *loci* amb valors constants de diferència de fases). El simulador prèviament esmentat pot funcionar dues vegades amb els paràmetres cinemàtics adients de l'escena captada pel radar. A més, els dos processos del *speckle* s'haurien de correlar perquè les dues antenes estan orientades a escenes molt similars. A la figura 2 s'ofereix un esquema de la simulació del mode interferomètric del SAR. Ara tenim dos mapes de reflectivitat, cada un dels quals està relacionat amb l'antena adient. El càlcul dels EME retrodispersats explica la presència de dos processos correlatius del *speckle*. S'elaboren, doncs, dues matrius hologràfiques i s'obtenen, mitjançant filtratge bidimensional, dues imatges de valor complex. Abans de l'extracció de la imatge de franges, ambdues imatges han de ser corregides.

Aleshores, la imatge de franges s'obté prenent la fase del producte d'imatges complexes, una de les quals ha estat transformada a la seva conjugada complexa. Finalment, es calculen i visualitzen els llocs amb valors de diferència de fase constants que corresponen als llocs que tenen un valor constant de la superfície del terreny.

#### Simulació de la missió dels SAR ERS-1 sobre Catalunya

El mapa 1 mostra el mapa topogràfic de l'àrea que ens interessa per a la simulació. És la regió de Catalunya prop de la ciutat de Figueres. L'àrea té un terreny poc accidentat (una alçada màxima de 671 metres), planes i mar. A la foto 1 es pot veure el MED de l'àrea. El MED té una resolució de 15 m a les coordenades X i Y. Finalment, el mapa temàtic de la mateixa àrea conté 22 classes: la tipologia de les classes i els valors corresponents de la reflectivitat del radar, com es pot veure a la taula 1. Una hipòtesi simplificada fa referència al càlcul del dispersòmetre des del mar. Assumint que hi hagi un mar totalment pla, la retrodispersió és



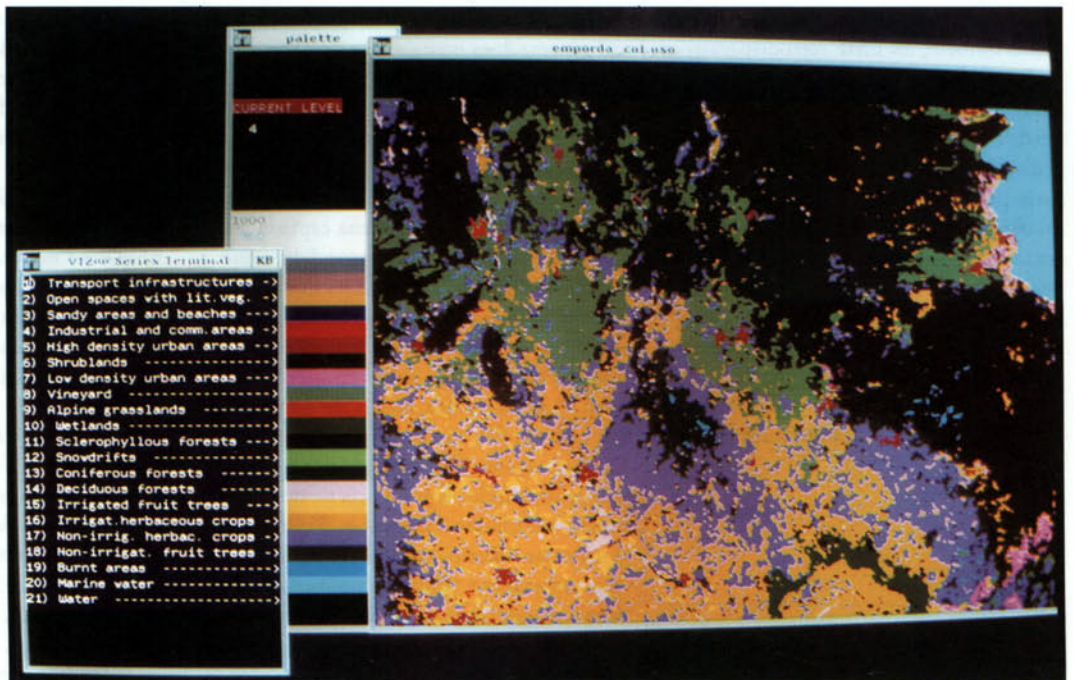
Foto 1: MED de l'àrea catalana que interessa per l'exercici de simulació

(Foto: autors)



Foto 2: Mapa temàtic de l'àrea catalana que interessa per l'exercici de simulació

(Foto: autors)



pràcticament zero. A més, la foto 2 il·lustra amb colors falsos el mapa temàtic.

En el mode de simulació del SAR el satèl·lit estava programat per volar exactament amb els mateixos paràmetres de vol de l'ERS-1. L'única aproximació era en la inclinació de l'òrbita respecte de l'escena captada. La figura 3 mostra dues situacions operacionals (una real i l'altra considerada per gaudir de més comoditat en l'exercici de simulació) amb el trajecte de l'ERS-1 respecte de l'escena. Mitjançant l'aplicació de l'instrument de software que s'il·lustra en la figura 1, hem obtingut la imatge SAR que es pot veure a la foto 3. El satèl·lit està volant en direcció nord-sud respecte del mapa topogràfic. Els fenòmens de superposició, escorç i speckle són força impressionants. La imatge es representa en el pla de l'azimut i de la distància (slant range); és el resultat de la composició no coherent de quatre looks.

Número	Tipus de dispersòmetre	Reflectivitat del radar (dB)
1	Fora de l'àrea d'interès	-17,0
2	Infraestructura de transport: autopistes, ports, aeroports, grans estacions de tren	-6,0
3	Espais oberts amb poca o cap vegetació: terrenys pelats, rocosos, extraccions minerals, conques hidrogràfiques i àrees d'escassa vegetació, erms	-7,3
4	Àrees sorrenques i platges	-7,5
5	Prats alpins	-9,3
6	Bosc d'esclerofil·les: <i>Quercus ilex</i> i <i>Q. suber</i>	-11,0
7	Conreus herbacis irrigats: camps de cereals i forratge irrigats, i horts	-12,0
8	Bosc d'arbres caducifolis: <i>Quercus faginea</i> , <i>Q. pubescens</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Populus pl. sp.</i> , <i>Salix pl. sp.</i> i <i>Castanea sativa</i>	-11,5
9	Arbres fruiters irrigats: perers, pomers, presseguers, cítrics, cirerers, vinyes	-11,7
10	Bosc de coníferes: <i>Pinus halepensis</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. pinaster</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. sylvestris</i> , <i>P. uncinata</i> i <i>Abies alba</i>	-11,4
11	Zones urbanes i urbanitzacions de baixa densitat	-8,3
12	Zones urbanes d'alta densitat	-8,0
13	Àrees industrials i comercials	-7,8
14	Àrees cremades: incendis dels anys 1986 i 1987	-15,0
15	Congestes	-11,2
16	Aigua	-28,0
17	Aigua de mar	-20,0
18	Aiguamolls: maresmes, salines i pantans	-10,0
19	Vinyes	-9,0
20	Conreus herbacis no irrigats: camps de cereals i farratges	-13,0
21	Arbres fruiters no irrigats: oliveres, ametllers, avellaners i garrofers	-13,6
22	Arbusts: extensions de màquia, prats i pastures de muntanya, conreus abandonats i zones de transició de bosc a arbusts	-8,1

Taula 1: Tipologia de classes i la seva correspondència en valors de reflectivitat del radar

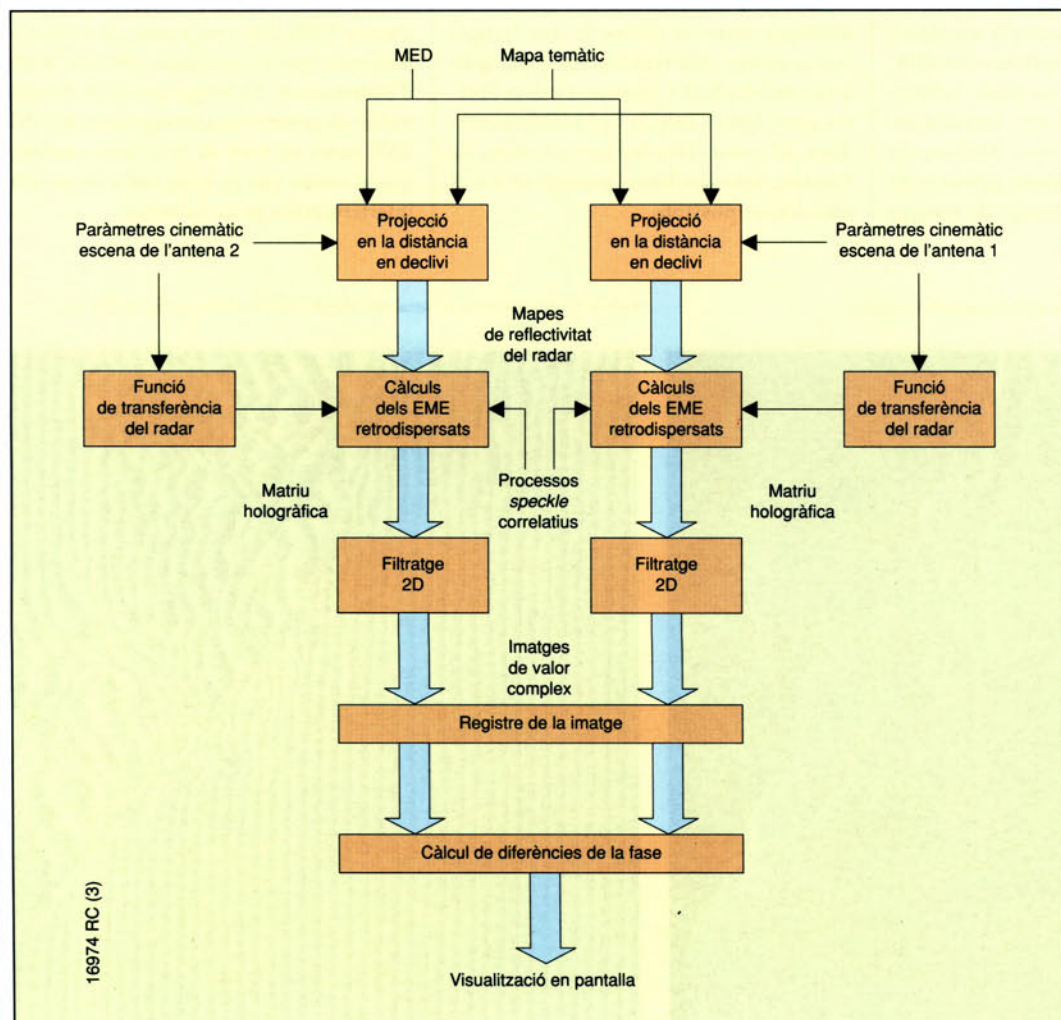
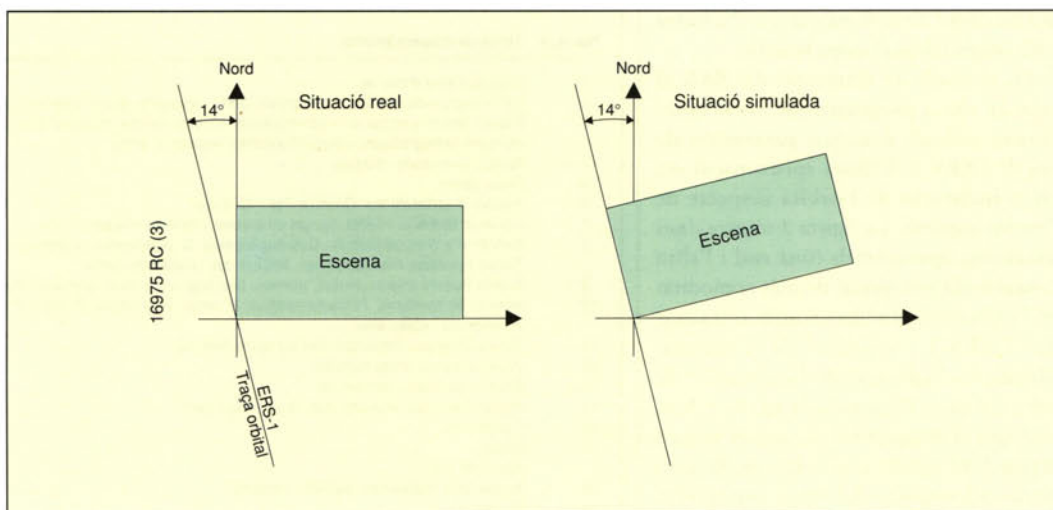


Figura 2: Esquema del simulador SAR (mode interferomètric)



Figura 3: Situacions operacionals amb el trajecte de l'ERS-1 respecte de l'escena



Les distàncies interpixel són 16 metres en azimut i 7,91 metres en distància (*slant range*) i, la resolució corresponent en el pla de terra seria –després de la recomposició de la imatge– de 25 x 25 m.

Ara portarem a la pràctica la simulació d'una missió interferomètrica recollint dades sense elaborar de dues òrbites paral·leles que proporcionen una distància vertical de 168 metres. Mitjançant l'aplicació de l'instrument de *software* de la figura 2, obtenim la imatge de franges

que es mostren a la foto 4. Podem constatar que hi ha línies rectes paral·leles en àrees planes com les planúries, mentre que apareixen línies modulades que corresponen a terrenys muntanyosos. La distància entre els límits de dos franges consecutives està relacionada principalment amb la distància entre les dues òrbites paral·leles i amb la freqüència portadora del radar. Des del punt de vista de l'usuari, aquestes línies haurien de ser el més denses possible.

Finalment, voldríem afegir unes quantes notes sobre els instruments de *software* i el temps de processament. Els programes de *software* estan escrits en Fortran 77, executats en una estació VAX 3200 en un entorn VMS. Els programes de *software* contenen aproximadament deu mil línies d'instruccions. El temps que tarda l'ordinador en generar una imatge simulada del SAR suma un total de tres hores, mentre que el temps que es tarda per a un procés interferomètric és de sis hores.

Foto 3: Simulador SAR de l'ERS-1 sobre la imatge de Catalunya (Foto: autors)

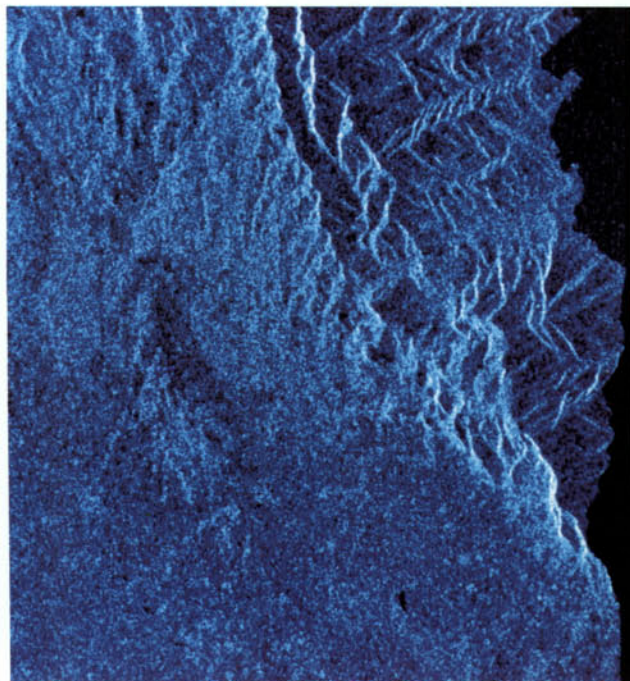
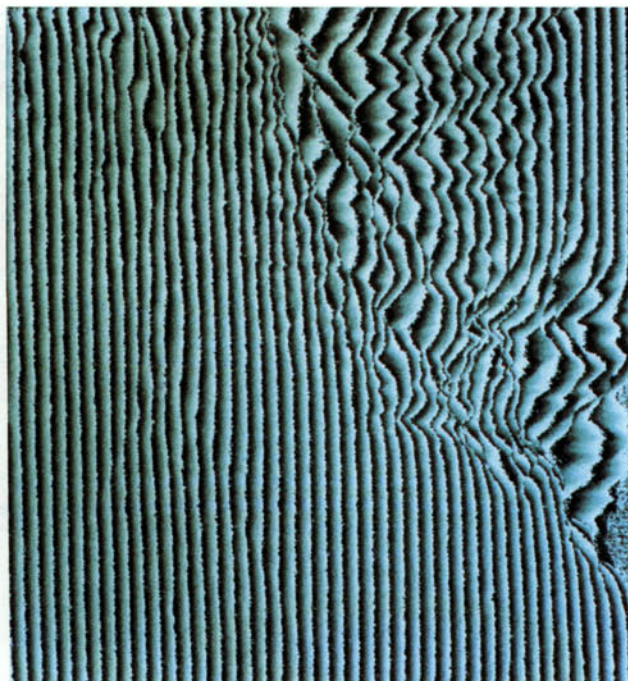


Foto 4: Imatge de franges del simulador SAR de l'ERS-1 sobre la imatge de Catalunya (Foto: autors)



### Conclusions

En aquest article hem portat a terme un exercici de simulació per tal d'anticipar imatges del SAR d'Espanya fetes per l'ERS-1. La imatge obtinguda i les dades sense elaborar poden ser molt profitoses per a posar a prova processadors SAR. Tècnicament, és força interessant de solucionar el problema anomenat "desenrotllat de la fase". En poques paraules, per calcu-

lar els valors absoluts de la fase a partir dels valors mesurats del mòdul  $2\pi$  (això és: la imatge de franges). Com que la fase absoluta és proporcional a l'alçada del terreny, ens facilitarà la reconstrucció del MED. Des del punt de vista d'una aplicació, és d'una importància cabdal verificar si l'interferòmetre del SAR es pot utilitzar per a proporcionar MED a nivell de país o fins i tot a nivell de planeta.

### Agraïments

Els autors agraeixen al doctor Romà Arbiol, de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, les dades inestimables que els ha proporcionat, així com el recolzament encoratjador d'aquest article.

Data de recepció de l'original: 04.92

## APLICACIONS FOTOGRAMÈTRIQUES S.A.

Cartografia digital

Carrer Entença, 178-180, estudi  
08029 Barcelona  
Telèfon: (93) 419 01 59  
Fax: (93) 419 53 08



# ESP AIS

REVISTA DEL DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES

## ESP AIS

REVISTA DEL DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES

1980-1985:  
Sis anys invertint  
en Catalunya

El «Carrer»  
desenvolupament del  
nucli urbà de  
l'Hostalet de Solanogut

Rehabilitació  
del Campost de  
Lleida

Victoriano Muñoz:  
«L'Obra Pública  
sempre com a riquesa»

Paradisos  
sociològics del  
territori.  
Salvador Giner

Predicció  
del comportament  
d'estructures de  
formigó mitjançant  
models numèrics.  
Antoni R. Mari

Generalitat de Catalunya  
Departament de  
Política Territorial i Obres  
Públiques  
Núm. 1  
setembre-octubre  
1985



## ESP AIS

REVISTA DEL DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES

FLIX-MAIALS:  
Una carretera  
nova per l'axís  
occidental

El futur de  
les carreteres  
amb Europa  
Albert Serrallonga

L'AN Bergada  
socialit i primer  
dels Turistes  
de Catalunya.

Rehabilitació de  
l'entorn del canal  
de Balisera  
d'Empordà  
Arcadi Piz

Un territori  
sense paisatges  
Salvador Cardús

Tecnològic:  
Un model de  
parís de platja  
Carles Garsa

Generalitat de Catalunya  
Departament de  
Política Territorial i Obres  
Públiques  
Núm. 2  
novembre-desembre  
1985



Direcció, Administració, Subscripcions i Publicitat:  
Gabinet Tècnic de la Secretaria General.  
Carrer del Dr. Roux, 80.  
08017 BARCELONA.  
Telèfon: 205 13 13, ext. 314.



Generalitat de Catalunya  
Departament de  
Política Territorial i Obres  
Públiques