Teledetección y Medio Ambiente. IV Reunión Científica Asociación Española de Teledetección.
Junta de Andalucía - Consejería de Cultura y Medio Ambiente.
Sevilla, 13, 14 y 15 de noviembre de 1991. pp. 422-425.
Editor: J. M. Moreira

EL PROGRAMA DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA DE LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA. PRIMEROS RESULTADOS DEL SATÉLITE ERS-1

E. ORIOL
Agencia Espacial Europea. Earthnet Programme Office. ESRIN. Frascati (Italia).

RESUMEN

La Agencia Espacial del Espacio se creó en 1975 con objeto de investigar el espacio con fines exclusivamente pacíficos. Entre sus programas, se incluye la Observación de la Tierra y su entorno, que se ocupa del control de océanos y suelos de nuestro planeta por un lado, y por el otro de la observación de su atmósfera.

El ERS-1, el primer satélite para teledetección de la Agencia se acaba de poner en órbita. En estos momentos, los datos del ERS-1 no son disponibles para los usuarios, ya que la Agencia está en plena campana de calibración y validación de los instrumentos, que va a terminar en Diciembre de 1991. Los primeros resultados son muy prometedores: las imágenes SAR son de una gran calidad y los datos oceanográficos van a usarse en los principales centros de previsión del tiempo y estado de la mar en cuanto la calibración se termine.

ABSTRACT.

The European Space Agency was created en 1975 in orden to carry space research for peaceful purposes. Among its programs, it includes Earth Observation which covers two main fields: monitoring of oceans and land of our planet, as well as of its atmosphere.

The ERS-1, the first satellite for Remote Sensing from the Agency, has been launched recently. Data are not yet available to the use community, since the Agency is still carrying the cal/val campaigns, which will be finished by end 1991. The first results are very promising: the SAR images are of hingh quality and the geophysical data will be used soon at the main operational centres for meteorological and sea-state forecast.

1. LA AGENCIA EUROPEA DEL ESPACIO

La AEE se creó en 1975 como resultado de la agrupación de dos organismos previamente existentes, ELDO y ESRO, cuyas actividades espaciales civiles se desarrollaban desde 1964. Los países miembros de la Agencia son: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Irlanda, Italia, Noruega, Suecia y Suiza; Finlandia es un país asociado y existe un acuerdo de colaboración con Canadá.

La contribución de los países miembros es obligatoria para ciertas actividades tales como el Programa Científico y el presupuesto general. Entre los programas en los que los países miembros pueden participar opcionalmente se encuentran: Observación de la Tierra, Microgravedad, Telecomunicaciones, Sistemas de Transporte Espacial y Estaciones Espaciales/ Plataformas.

2. EL PROGRAMA DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA Y SU ENTORNO

El Programa de Observación de la Tierra y su entorno se ocupa primordialmente de la observación de mares, océanos y suelos de nuestro planeta por un lado, y por el otro de la observación de su atmósfera, para obtener información meteorológica. También se incluye en dicho programa el proyecto llamado Tierra Sólida.

El primer satélite meteorológico de la Agencia, el Meteosat 1, fue lanzado en 1977. La información meteorológica proveniente de este satélite y sus sucesivos, se han hecho familiares al público gracias a su uso por los medios de información. En 1987, la organización Eumetsat tomó a su cargo las operaciones de dichos satélites, Sin embargo, la Agencia sigue siendo responsable de los estudios que llevarán a la realización de la segunda generación de satélites meteorológicos.

En los que se refiere a la teledetección, el ERS-1, el satélite de la Agencia orientado a aplicaciones temáticas y oceanográficas, será puesto en órbita en verano de 1992, desde Kourou en la Guayana francesa. Es el primero de una serie, que continuará con el ERS-2, cuyo lanzamiento está previsto para dentro de tres años, es decir, cuando el ERS-1 deje de funcionar. Le seguirán, ya hacia finales del milenio, las plataformas polares.

El proyecto Aristóteles (para Tierra Sólida) estudia la posibilidad de lanzar un satélite que determine la estructura fina

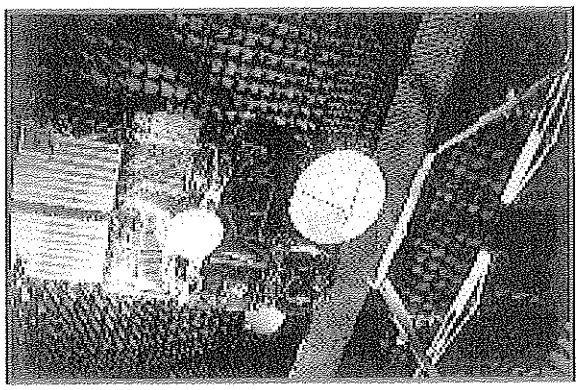

Imagen 1.- El satélite ERS-1 durante su montaje. Véase *Anexo de color.*

del campo de gravedad de la Tierra, la cual permitiría, entre otras cosas, la detección de aumentos de nivel en los Océanos.

El Programa Earthnet, ubicado en Frascati (Italia), se ocupa desde 1978 de la recepción, pre-procesado y distribución de datos de teledetección, actuando como foco para los usuarios europeos. Con más razón, es el encargado de las mismas responsabilidades por cuanto se refiere a los datos del ERS-1 y sucesores.

3. EL ERS-1: OBJETIVOS Y CONFIGURACIÓN

Los instrumentos a bordo han sido diseñados para controlar globalmente los océanos por un lado, y para obtener imágenes de alta resolución de suelos, zonas costeras y hielos, independientemente de las condiciones atmosféricas o de iluminación solar.

Con ello, se pretende aumentar el conocimiento científico de las zonas costeras y de los procesos globales del océano para que junto con el control de las regiones polares se pueda contribuir al Programa de Investigación Mundial de Climatología. Se espera explotar las aplicaciones de los datos de teleobservación en las áreas de costas, océanos y en el hielo. Por último, se va a desarrollar la investigación en el uso de datos obtenidos con radares.

Una descripción detallada del satélite, instrumentos a bordo, segmento terrestre y productos se dio en la comunicación presentada en la III Reunión Científica celebrada en Madrid en 1989.

4. ESTADO DEL PROYECTO

El ERS-1 (Imagen1) se lanzó mediante un Ariane IV el 16 de julio de 1991 desde la base de Kourou a las 22,46:31 h de tiempo local. El 26 de julio se efectuaron las correcciones en la órbita necesarias para que el satélite se colocara en la llamada "órbita de Venecia", usada para la llamada fase de Comisión que empezó el 3 de agosto y se espera concluir a mitad de Diciembre 1991. La órbita de Venecia tiene un ciclo de repetición de 3 días, que pasa muy cerca de Venecia, donde se han colocado instrumentos necesarios para la calibración del Altímetro.

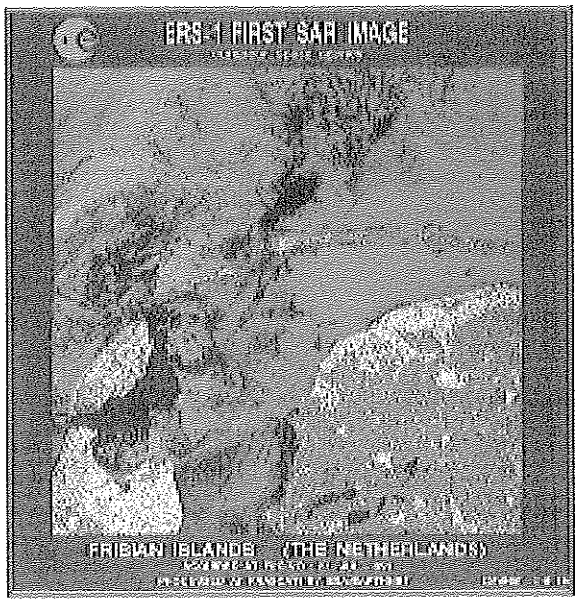

Imagen 2.- La primera imagen SAR del ERS-1. Véase *Anexo de color.*

Durante las primeras fases de vida del satélite, el centro de control de ESOC en Darmstadt y la red de estaciones de seguimiento, han asegurado el control de la misión. Todos los instrumentos a bordo han sido encendidos y probados, con la única excepción del PRARE, que ha fallado. El Altímetro, ATSR (infrarrojo y microondas), así como el AMI (viento/olas) se operan globalmente y los datos obtenidos se registran a bordo y se reciben en las estaciones de Kiruna, Maspalomas, Gatineau y Prince Albert desde el inicio de la fase de Comisión.

El análisis preliminar de dichos datos indican que el Altímetro se comporta correctamente sea sobre el mar que sobre superficies heladas, y que el campo de vientos obtenidos con el dispersómetro es de buena calidad a pesar de que ambos instrumentos aun no están debidamente calibrados. Las primeras imágenes del ATSR (Radiómetro barredor) se hicieron públicas el 14 de agosto, y son de óptima calidad; mientras que el sondeador de microondas funciona correctamente.

En cuanto se refiere a la recepción del SAR (Radar de Abertura Sintética) a escala regional, las estaciones de Kiruna, Fucino y Maspalomas se activaron muy pronto, seguidas por las estaciones de Tromso (Noruega) el 3 de agosto, Gatineau y Prince Albert (Canadá), y la de Fairbanks en USA el 6 del mismo mes. Kumamoto y Hatoyama (Japón) empezaron a funcionar el 15, Hyderabad (India) el 18, West Freugh (UK) el 22, Alice Springs (Australia) el 24, Cuaiaba (Brasil) el 27 y Cotopaxi (Ecuador) el 1 de septiembre.

Las primeras imágenes SAR, recibidas en Kiruna y Fucino el 27 de julio, se hicieron oficiales el 6 de agosto. Estas

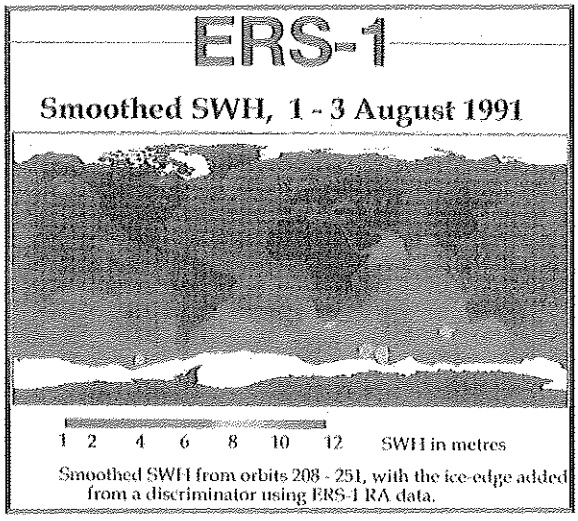

Imagen 3.- Primeros datos del Altímetro del ERS-1. Véase *Anexo de color.*

imágenes, de las islas Spitzbergen y Frisias (Imagen 2), cada una correspondiente a un área de 100 por 100 km, y con una resolución de 25 m, son de una calidad encomiable. Algunas de las imágenes recibidas y procesadas en Kiruna se usaron inmediatamente para algunos experimentos sobre la zona Antártica, con lo que se comprobó la facilidad con que se pueden manejar e interpretar.

También el tratamiento rápido de los datos del Altímetro y del AMI para medir viento y olas se está haciendo de manera sistemática. Dichos datos se mandan por el momento al centro ECMWF, y a los servicios meteorológicos Francés, Británico y Noruego que participan a las actividades de calibración y validación de dichos productos.

La calibración de los parámetros instrumentales se está llevando a cabo activamente mediante el uso de una torre oceanográfica en la laguna de Venecia para el Altímetro, vuelos sobre los ecosondas SAR colocados en la región de Flevoland en Holanda, y vuelos sobre los ecosondas para el dispersómetro situados en Málaga, El Arenosillo (Huelva) y Adra (Almería). Además, algunos Investigadores Principales han previsto otros experimentos de calibración del SAR en Europa, Norteamérica, Japón y Australia.

La validación geofísica de las medidas del viento y olas se está efectuando mediante campañas durante este otoño en las regiones de Haltenbanken (Noruega), Golfo de México y costa oriental del Canadá. Algunos Investigadores Principales han previsto asimismo otros experimentos para la validación del ERS-1.

Los datos instrumentales y los productos de las estaciones se están controlando en el Centro Tecnológico de la Agencia ESTEC y en el Earthnet (Italia) con objeto de analizar el comportamiento de los sensores y ver las consecuencias del proceso efectuado en tierra.

El plan de operaciones y la información necesaria para la distribución de datos a la AEE, a las estaciones nacionales y

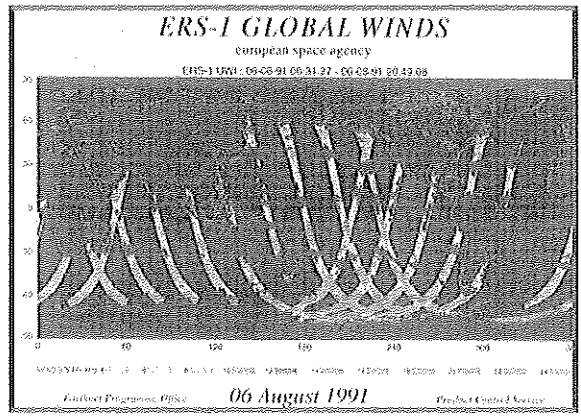

Imagen 4.- Primeros datos del Dispersómetro del ERS-1. Véase *Anexo de color.*

extranjeras funcionan operativamente, así como los canales de telecomunicaciones del segmento terrestre.

De los cuatro centros de archivo y proceso de datos ERS-1 (PAF), sólo el alemán funciona a pleno rendimiento. Este se ocupa de recibir todos los datos del laser a escala mundial y de producir la órbita preliminar con una precisión de 2-3 m. El francés se prepara para recibir y archivar los productos de baja cadencia LBR en cuanto se haya finalizado la fase de validación. El PAF inglés ha empezado a procesar imágenes SAR y el italiano espera estar listo a principios de 1992.

5. PRIMEROS DATOS DEL ERS-1

En la Imagen 3 se puede ver la distribución de la altura significativa de las olas obtenidas con el Radar Altímetro sobre los océanos durante un ciclo orbital completo del ERS-1, del 1 al 3 de agosto de 1991. El cuadro global muestra las características principales de los campos de oleaje, cuyos valores más elevados aparecen en el Hemisferio Sur, por ser invierno. El altímetro es un radar de precisión que genera impulsos de microondas y mide la forma del eco que resulta de la evolución temporal de la energía devuelta por la superficie iluminada. El instrumento permite obtener la diferencia temporal entre la base y la cresta de las olas, y así derivar la altura significativa. La energía total devuelta por la superficie marina depende de su rugosidad, y de allí se consigue obtener la velocidad del viento. Por último, este instrumento permite saber con un simple cálculo de tiempo, la altitud a la que vuela el satélite.

Uno de los parámetros geofísicos del ERS-1 más esperados por la Meteorología y Oceanografía operativas es la velocidad y dirección del viento en la superficie de los Océanos. La Imagen 4 corresponde a los vientos medidos por el dispersómetro durante el 6 de agosto de 1991. Se observan zonas con vientos superiores a los 70 Km/h al Norte del Océano Indico, y la zona de calma de la región intertropical (ITCZ), mientras que en el Hemisferio Sur los "cuarenta rugientes" se distinguen perfectamente en amarillo.

Volviendo a la Imagen 2, que corresponde a la zona Nor-

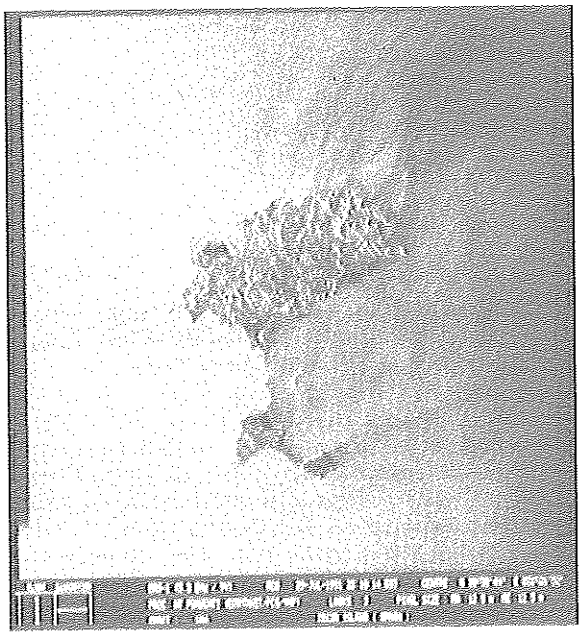

Imagen 5.- Ibiza y Formentera vistas por el ERS-1.

te de Holanda, se ven claramente las regiones agrícolas de Friesland y Wierigmeer. Las ciudades aparecen como áreas brillantes y las instalaciones portuarias de Den Helder y el dique son fácilmente visibles. Sin embargo, lo más interesante de esta imagen son las estructuras de la superficie marina: remolinos, naves y sus estelas así como el efecto de los rompeolas en la costa Oeste.

Por último; la Imágen 5 corresponde a una de las primeras imágenes SAR ERS-1 de España, tomada el 29 de julio de 1991. Cubre las islas de Ibiza y Formentera. Se distinguen perfectamente la costa rocosa de Ibiza, que contrasta con un mar agitado, especialmente en el Oeste. Las montañas muestran la inclinación, típica de las imágenes SAR; la ciudad de Ibiza y el puerto se ven más brillantes, mientras que las lagunas y salinas de las dos islas son oscuras, indicando una superficie lisa. En el Noroeste de las islas se ve un frente de olas moviéndose hacia el Oeste.

6. CONCLUSIONES

En vista de los resultados óptimos obtenidos ya a las pocas semanas de lanzamiento del ERS-1, se debe esperar que este constituya un gran éxito por lo que se refiere a proporcionar datos de extrema importancia para el control del ambiente y la administración de los recursos terrestres. Después del gran esfuerzo que la AEE ha realizado para llevar a término este gran proyecto, sólo queda esperar que los científicos y organismos responsables pongan todos los medios a su alcance para explotar los datos disponibles al máximo.

El éxito del ERS-1 es un paso importantísimo para la comunidad de Teledetección Europea, ya que la Agencia se ha comprometido a lanzar un sucesor dentro de aproximadamente 3 años, y a continuación embarcar instrumentos similares pero más avanzados en las Plataformas Polares que van a volar a fines de esta década.

7. BIBLIOGRAFIA

✔ ORIOL PIBERNAT, E. (1990): Características y aplicaciones del satélite ERS-1. pp. 237-248. *III Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección*. Ed. C. Antón-Pacheco, J.L. Labrandero. ITGE. Madrid.