

# EL PROGRAMA LANDSAT: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS

F. GÓMEZ Y S. MONTESINOS.  
 IBERSAT, S.A. Madrid.

## RESUMEN

En la realización de estudios que impliquen la utilización de datos procedentes de sensores instalados en satélites, un factor fundamental a tener en cuenta es la elección adecuada del producto que mejor se adapte a nuestras necesidades.

Para los datos Landsat, de los cuales nos ocupamos aquí, la gama de productos disponibles en el mercado es muy amplia, por lo que, es el objetivo de esta comunicación el proporcionar una visión sinóptica de los productos que EOSAT comercializa junto a características de los mismos y el procedimiento que se ha de seguir para su adquisición.

## ABSTRACT

Whatever the study related with the use of data from sensors in satellite platforms, a primary factor to have in mind is the proper election of the product that fits better to our demands.

Regarding Landsat data, which are the case in this paper, the products scope available in the market is very wide so, it has become the main objective for us to provide a synoptic view of the products that EOSAT sells as well as their characteristics and the methods that have to be followed to acquire them.

## 1. INTRODUCCIÓN. LOS SATÉLITES LANDSAT Y SUS CARACTERÍSTICAS ORBITALES

El programa Landsat fue puesto en marcha por la NASA en 1967 con la idea de desarrollar un estudio conceptual a cerca de las posibilidades de los satélites ERTS (Earth Resources Technology Satellites) (Figura 1).

Justo antes de la puesta en órbita del segundo de la serie (22 de enero de 1975), la NASA renombró a éstos como LANDSAT, con el fin de distinguirlos del programa SEASAT, destinados a la observación oceanográfica.

El ERTS-1 (posteriormente LANDSAT-1) representó el primer satélite sin tripulación específicamente diseñado para obtener datos de los recursos terrestres sobre una base sistemática, repetitiva, de resolución media y multiespectral. Hasta el momento, se han puesto en órbita cinco satélites LANDSAT. Los tres primeros, tanto por el instrumental que incorporaban, como por sus características orbitales, constituyen la primera generación. La nueva generación la representan el LANDSAT 4 y 5.

En un futuro próximo (mediados de 1992), está prevista la puesta en órbita del LANDSAT-6 que, si bien, en cuanto a características orbitales se mantiene en la línea de los inmediatamente anteriores, se distingue por el tipo de plataforma y los sensores que incorpora.

Las características orbitales de los LANDSAT se pueden resumir en la siguiente tabla:

Tabla 1.- Características orbitales LANDSAT.

Características	Landsat 1 2 y 3	Landsat 4 y 5	Landsat 6
Altitudes orbitales:	920 km.	705 km.	705 km.
Tipo órbita:		circular-heliosíncronico	
Hora paso Ec.:	Landsat-1 8:50 am Landsat-2 9:08 am Landsat-3 9:31 am	9:45 am	9:45 am
Periodo rotación:	103 min.	98.9 min.	98.9 min.
Repetición en el Ec.:	18 días	16 días	16 días
Inclinación	99°	98,2°	98,2°

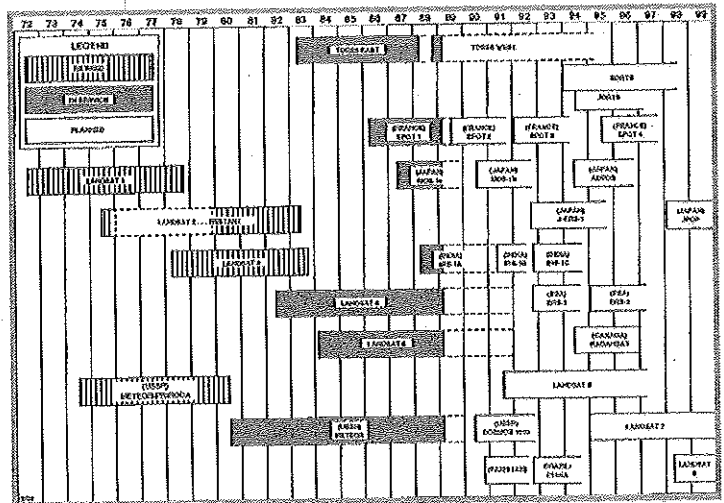


Figura 1.- Sistemas Internacionales de Teledetección.

A su vez, a las diferencias anteriores se les añaden otras fundamentales por lo que respecta al tipo de plataforma y sensores transportados en la misma, lo que se pone de manifiesto en las siguientes Figuras 2, 3 y 4.

El rango espectral en el que los sensores transportados son operativos así como la resolución espacial de los mismos también presentan diferencias (Tabla 2), lo que resulta útil a la hora de seleccionar la información que se desea obtener en función del trabajo a realizar.

**2. TIPOS DE PRODUCTOS LANDSAT**

El uso de productos LANDSAT para gestión de recursos en áreas como agricultura, forestal o geología entre otras, se extiende dentro de una amplia gama de posibilidades: desde productos fotográficos, pasando por disquettes a los más difundidos, productos digitales.

Cada producto está caracterizado por una serie de parámetros standard que son los que a continuación se detallan.

**2.1. Productos digitales TM/MSS: Computer Compatible Tapes.**

EOSAT ofrece escenas completas y cuartos de escena corregidas geométrica y radiométricamente para TM y con corrección opcional para MSS.

A su vez, al adquirir el producto, es posible seleccionar de entre la variedad de formatos y opciones de tratamiento que se ofrecen, aquellas que nos interesen en cada caso.

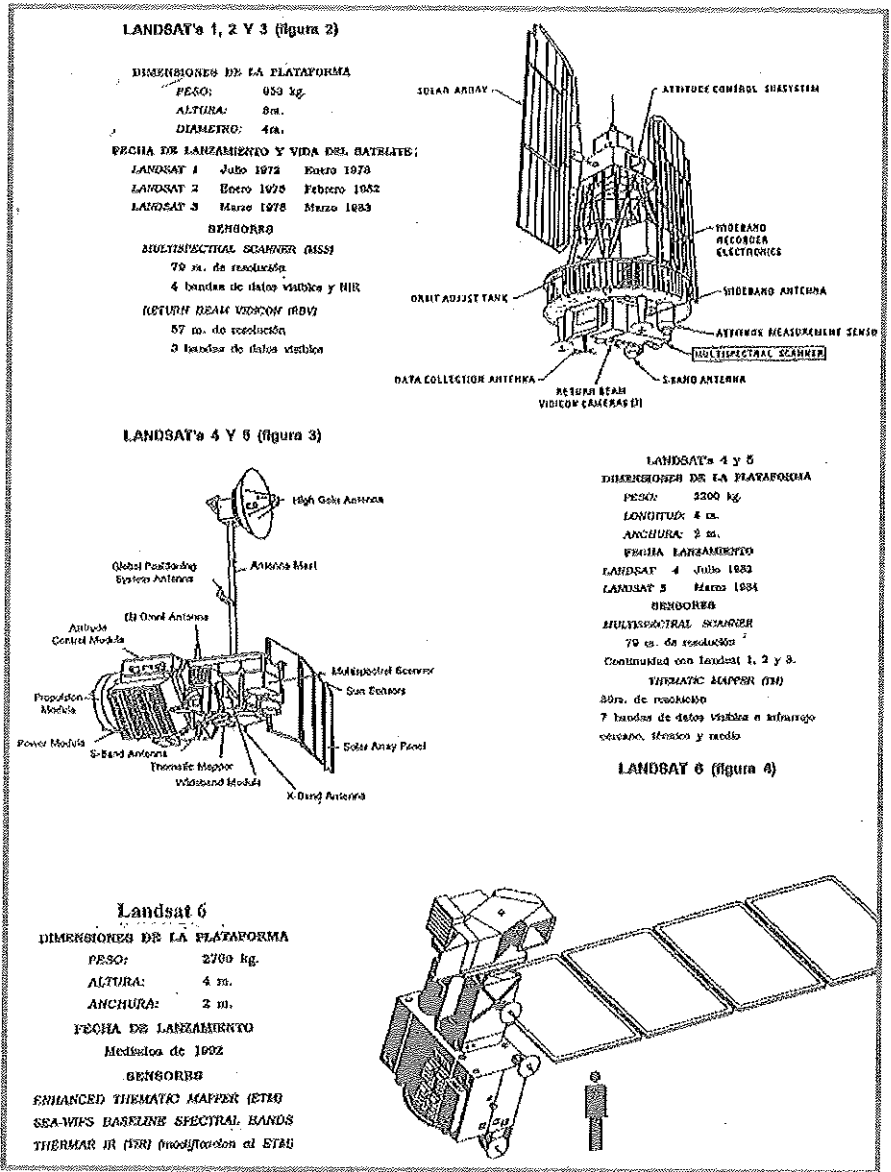
**2.1.1. Parámetros.**

- **Densidad** 1600/6250 bpi (bits per inch)

- **Formatos**

a) Band Sequential (BSQ).

Los datos de cada banda se almacenan de forma secuencial en archivos separados para todas las líneas de la



Figuras 2, 3 y 4.

imagen. Contienen siete grupos de archivos de cabecera, imagen y arrastre.

b) Band Interleaved Line (BIL)

Todas las bandas de datos se almacenan en un fichero imagen, presentando cada línea de cada banda de forma secuencial.

c) Band Interleaved by Pixel-pair (BIP-2). Sólo disponible en MSS para datos anteriores a 1979 (CCT-X format).

d) FAST FORMAT

En este formato se distinguen dos tipos de archivos: de cabecera (el primer archivo de cada volumen) y de imagen.

Tabla 2.- Rangos espectrales de los sensores LANDSAT.

Banda n°	RBV		MSS (a)		TM		ETM		TIR		SEAWiF (b) nm
	B. espectral	IFOV	B. espectral	IFOV	B. espectral	IFOV	B. espectral	IFOV	B. espectral	IFOV	
Banda 1	0,475-0,575	79	-	-	0,45-0,52	30	0,45-0,52	30	-	-	433-459
Banda 2	0,580-0,680	79	-	-	0,52-0,60	30	0,52-0,60	30	-	-	490-510
Banda 3	0,698-0,830	79	-	-	0,63-0,69	30	0,63-0,69	30	-	-	555-575
Banda 4	-	-	0,5-0,6	79	0,79-0,9	30	0,79-0,9	30	-	-	655-875
Banda 5	-	-	0,6-0,7	79	1,55-1,75	30	1,55-1,75	30	-	-	745-785*
Banda 6	-	-	0,7-0,8	79	10,4-12,5	120	10,4-12,5	120	-	-	843-887
Banda 7	-	-	0,8-1,1	79	2,08-2,35	30	2,08-2,35	30	-	-	10,5-11,5
Banda 8	-	-	10,4-12,6	237	-	-	-	-	8,20-8,75	60	11,5-12,5
Banda 9	-	-	-	-	-	-	-	-	8,75-9,30	60	-
Banda 10	-	-	-	-	-	-	-	-	10,20-11,0	60	-
Banda 11	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0-11,8	60	-
Panorámico	0,505-0,750	40	-	-	-	-	0,50-0,90	18 x 15	3,53-3,93	120	-

(1) (µm)

(2) metros

(a) Renombradas en Landsat 4 y 5 como 1, 2, 3 y 4, y su IFOV es 81,5 (Landsat 4) y 82,5 (Landsat 5)

(b) Local Area Coverage (LAC) 1,8 Km resolución

\* Bloqueada entre 759 a 770 nm para minimizar las interferencias de la banda de absorción de O<sub>2</sub>

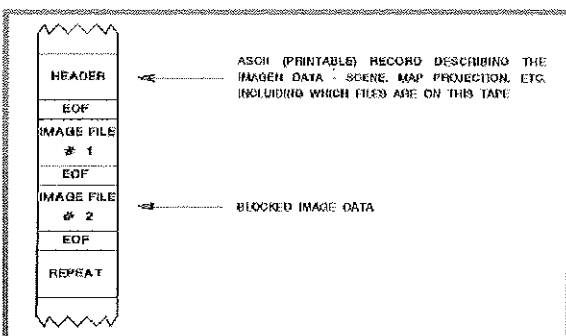


Figura 5.- Fast format.

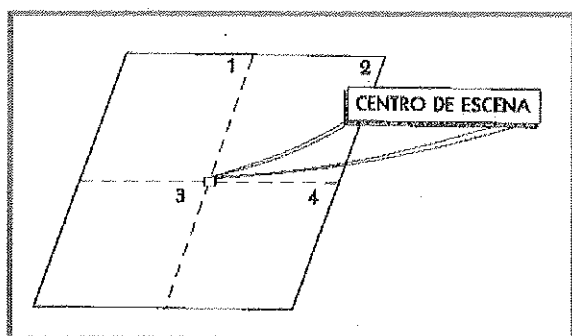


Figura 6.- Escenas y cuartos de escena LANDSAT.

Los archivos de imagen contienen sólo píxeles de imagen. No hay ficheros de cabecera ni datos añadidos antes o después de los registros de cada imagen individual. Los datos de imagen pueden estar o no bloqueados. Los productos standard generalmente no están bloqueados y los geocodificados generalmente lo están. El bloqueo se realiza para condensar en la cinta tantos datos como sea posible porque si no, las escenas completas geocodificadas no cabrían en cuatro cintas (Figura 5).

En estos momentos es el formato utilizado por EOSAT en sus productos.

**- Tamaño de Remuestreo.**

TM: 28,5 m

MSS: 57 m

Mediante convolución cúbica

**- Proyección del mapa.**

Los productos digitales TM están corregidos radiométrica y geométricamente y se pueden presentar en una de estas tres proyecciones:

- a) Space Oblique Mercator (SOM) (LANDSAT 4 y 5)

b) Universal Transverse Mercator (UTM)

c) Polar Stereographic Projection (PS)

Los productos MSS desde 1979 aparecen corregidos o no. Los primeros, lo están geométrica y radiométricamente, mientras que los segundos sólo lo están radiométricamente. Además, están disponibles en una cuarta proyección.

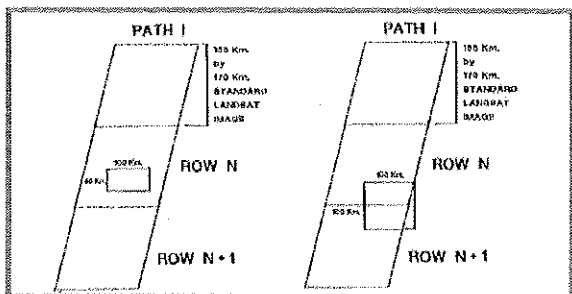


Figura 7.- Subescenas y miniescenas.

d) Hotine Oblique Mercator (HOM)

**- Estructura de los datos.**

Los datos LANDSAT se estructuran de dos formas:

a) Cuadrante o Cuartos de Escena.

Los datos se disponen en cuatro cuartos que se deben unir antes de procesarlos como escenas completas o para las regiones de interés que cruzan los límites de éstos.

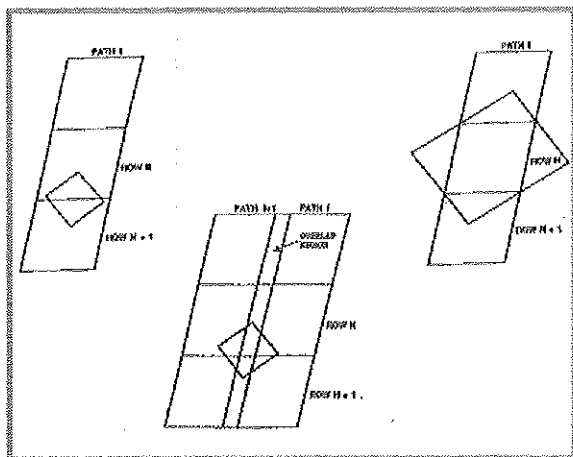


Figura 8.- Imágenes TM georeferenciadas.

b) Escenas completas (Figura 6).

c) Subescenas y Mini-escenas móviles TM.

Disponibles desde 1988, resultan la solución para aquellos casos en los que la zona de interés ocupa más de un cuadrante incluida en uno, pero resulta ser de reducidas dimensiones en comparación con la superficie total del mismo. Dado que pueden estar situadas en cualquier lugar dentro de una pista LANDSAT, permiten un mejor ajuste del área de interés (Figura 7).

**- Imágenes TM Georeferenciadas.**

Se trata de imágenes digitales procesadas mediante una relación simple para ajustar a una base predeterminada. Esto permite al usuario relacionar los datos raster en formato digital al mapa de base sin rotar ni trasladar la imagen.

Este proceso permite seleccionar la proyección, rotación y el elipsoide que mejor cumpla las necesidades. (Figura 8)

**2.2. Productos fotográficos TM/MSS.**

Además de los convencionales productos hasta ahora disponibles, es posible también seleccionar los nuevos EFP (Eosat Film Products) resultantes de la aplicación de tecnologías innovadoras en el registro de película. Se obtienen directamente de negativos en color generados directamente a partir de datos digitales TM.

PRODUCTOS FOTOGRAFICOS TM/MSS: DISPONIBILIDAD PARA IMÁGENES EN ARCHIVO.

**PRODUCTOS STANDARD-ESCENAS COMPLETAS**

**A) Combinaciones en falso color.**

Combinación Standard:

TM 4-3-2 (excepto especificadas)

MSS 4-2-1 / 7-5-4 (excepto especificadas)

Productos:

- Transparencia positiva/papel	1:1.000.000
- Papel	1:500.000
- Papel	1:250.000

**B) Productos en blanco y negro.**

Banda 3 excepto que otra sea indicada

Productos:

- Transparencia positiva/negativa	1:1.000.000
- Papel	1:1.000.000
- Papel	1:500.000
- Papel	1:250.000

**PRODUCTOS FOTOGRAFICOS EN COLOR EFP (EOSAT FILM PRODUCTS) TM**

**A) Escenas completas.**

- Transparencia positiva/papel	1:1.000.000
- Papel	1:500.000
- Papel	1:250.000

**B) Cuartos de escena.**

Los mismos productos con adición de disponibilidad en escalas de 1:100.000 y 1:50.000. Es posible pedir diferentes combinaciones de bandas, aunque el producto standard es la combinación 4-3-2.

**2.3. Productos TM en Disquette.**

Los disquettes de 5,25", presentan un formato PC/MS-DOS y se pueden utilizar con todos los sistemas PC-XT y PC-AT compatibles.

Cada conjunto de datos en floppies consta de siete disquettes (uno para cada banda). Cada uno de ellos contiene un fichero de cabecera (ASCII) y uno de imagen en el que los datos están organizados como 512 píxeles por 512 líneas, representando cada pixel un byte.

Sólo se preveen para datos LANDSAT 4 ó 5 TM.

**2.4. Productos pensados para LANDSAT 6.**

Aparte de los productos especificados hasta este punto, para el LANDSAT 6 se prevee añadir una nueva línea acorde con las nuevas capacidades de los sensores incorporados en el mismo.

El Sea-wifs presentará una resolución inherente de 1,13 Kms por lo que resultará idóneo para estudios del medio físico oceánico a escala global. Se sintetizará a bordo un segundo tipo de datos con resolución de 4,5 Kms para proveer cobertura global.

La selección de bandas en el visible e infrarrojo próximo se consigna a los valores de absorción de clorofila y otros pigmentos así como a las medidas de las propiedades ópticas del agua y de sedimentos en suspensión. Los efectos atmosféricos se corrigen usando las bandas 4 a 6 resultando en un incremento de precisión en las estimaciones de la concentración de pigmentos. Las dos bandas en el infrarrojo

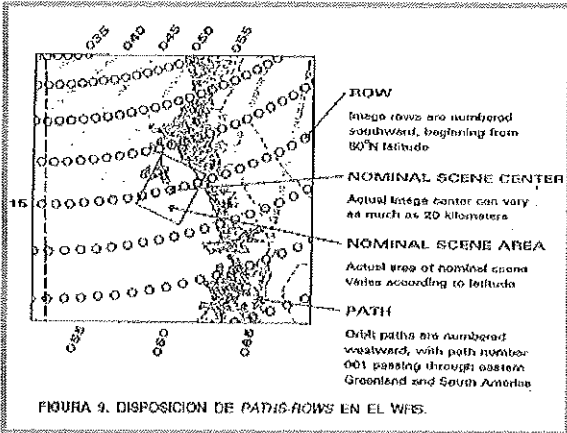


Figura 9.- Disposición de Path-rows en el WRS.

lejano proveerán continuidad para los usuarios de AVHRR. El proceso de datos se efectuará en cuatro niveles que incluirán desde la información exclusiva que llega a las estaciones de Tierra a los datos geofísicos en distintos formatos (Eosat's Landsat Technical Notes, 1987). Con respecto al ETM, es de destacar la posibilidad de adquisición de datos pancromáticos y el hecho de que los datos digitales sólo se presentarán en Fast Format. Los datos pancromáticos sólo se suministrarán junto con tres bandas adicionales a elegir entre 4-5-6 ó 4-6-7. El tamaño de remuestreo será de 14,25 m para los productos estándar y de 12,5 m para los georeferenciados. El resto de opciones de pará-

metros se mantendrá igual que para los productos actuales. La edición del TIR permitirá aplicaciones principalmente en los campos de evaluación de recursos relacionados con aguas subterráneas, actividad volcánica, erosión, avenidas y estudios agronómicos.

### 3. ADQUISICIÓN DE PRODUCTOS LANDSAT

#### 3.1. Determinación de la escena correspondiente a la zona de estudio.

Para solicitar una búsqueda, es necesario al menos una de estas tres informaciones:

- Coordenadas de latitud y longitud de las esquinas de la imagen.
- Path/Row (órbita/línea).
- Localización específica (nombre de ciudad o rasgo geográfico principal).

#### Obtención del Path/Row del centro de escena.

Los números de órbita/línea están disponibles a partir de los mapas del Sistema de Referencia Mundial (WRS) y otras fuentes publicadas. Los Path están numerados en sentido W con el número 001 pasando a lo largo de Sudamérica y Groenlandia oriental.

Los Row están numerados hacia el Sur, comenzando con los 80 grados de latitud Norte.

Es de destacar que la numeración es distinta para la primera y la segunda generación de satélites (Figura 9).

También se puede especificar la cobertura de nubes máxima aceptable, estándares de calidad de imagen mínimos y épocas del año preferente.

En la siguiente figura se puede ver la distribución de los centros de escena Landsat TM sobre la Península Ibérica (Figura 10).

#### 3.2. Otros productos LANDSAT: Las ayudas de acceso.

Paralelamente a los productos anteriores existen lo que se conoce como ayudas de acceso. Tienen la misión de actuar como asesoramiento a la hora de elegir la imagen de nuestro interés.

Las ayudas de acceso están integradas por los Microcatálogos y Microfichas.

Los primeros son un sistema de referencia para la microfichas, que se refieren a las listas de archivos de datos LANDSAT.

Por lo que respecta a las segundas, las imágenes TM y MSS se proporcionan en microfichas (y microfilm si son anteriores a 1985) para permitir una evaluación preliminar de la calidad de la imagen y la cobertura por nubes. La imagen en blanco y negro se reproduce a partir de la banda roja del visible y se distribuye en microfichas de 4 x 6 pulgadas.

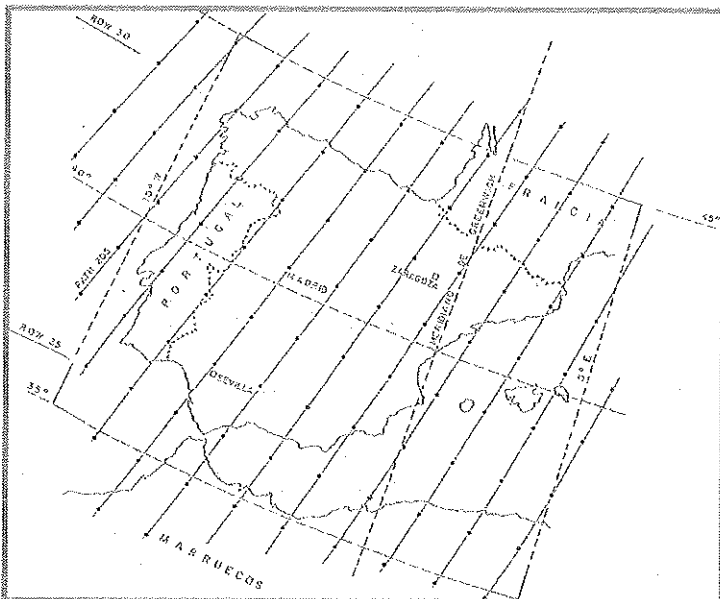


Figura 10.- Localización de los centros de escena Landsat Thematic Mapper sobre la Península Ibérica.

