

INVENTARIO TERRAQUEO

La Creación

Por

Víctor PEÑA Mancilla
Capitán de navío (Rva.),



ESPUES, DIJO DIOS:

"Hagamos al hombre a nuestra imagen, según nuestra propia semejanza. Y de él creó su compañera, la mujer. Y les dijo: Sed prolíficos y multiplicaos. Poblad la Tierra y sometedla".

Así se lee en las Sagradas Escrituras.

Epóca Actual

¿Cuántos siglos han transcurrido desde ese magno acontecimiento?

El hombre y la mujer están cumpliendo lo mandado por Dios.

¿Pero será posible que la humanidad crezca indefinidamente, hasta saturar la Tierra?

¿Será capaz la Tierra de albergar esta inconmensurable población con todas sus necesidades humanas, espirituales y materiales?

El Gran Problema

La Humanidad tiene por delante el gran problema de su existencia.

Existencia de grandes cantidades de alimentos, habitaciones, vestuario, salud, educación, bienestar, etc. Estos requerimientos se agudizan cada día y sus soluciones son cada vez más apremiantes, alcanzando niveles jamás soñados.

La Humanidad, hoy en día, está enfrentada a buscar los medios que permitan su existencia.

All Things by almighty power
near and far

Hiddenly to each other, connected are.
That thou cannot stir a flower
Without the troubling of a star.

Francis Thompson.

Su solución le reportará la seguridad de las futuras generaciones hasta la consumación de los siglos.

Inventario de lo que Poseemos

Los gobiernos, asesorados por grandes grupos científicos conscientes del gran problema de la subsistencia de la humanidad, se han abocado a buscar y conocer lo que tenemos en nuestra Madre Tierra, tanto en su superficie como en su interior.

El hombre ha emprendido nuevamente la conquista de la Tierra; pero, por esta vez, para hacer un riguroso y completo inventario de los recursos naturales que precisa para su supervivencia, valiéndose de los prodigiosos éxitos de la era espacial, lanzando al espacio extraterrestre aparatos científicos denominados: "Satélites Tecnológicos de Recursos de la Tierra", conocidos por la sigla, "E.R.T.S.", cuya designación en inglés es: "Earth Resources Technology Satellite".

Visionario Espacial

El gran científico espacial, Dr. Werner von Braun, Director del Centro de Vuelos Espaciales George C. Marshall de la N.A.S.A., en su libro: "Fronteras del Espacio", edición 1969, textualmente dice: "El hombre representará un papel todavía más importante en los futuros puestos de observación terrestre en órbita; la información mundial sobre las cosechas, desde una órbita, puede satisfacer lo que pronto se convertirá en una necesidad urgente. Las tendencias actuales de la explosión demográfica indican que la Tierra tendrá entre 6 y 7 mil millones de bocas que alimentar hacia el año 2.000, ¡y el doble solamente 35 años más tarde! Los resultantes problemas de hambre, contiendas y luchas para la sola supervivencia no son cosas de las que un futuro lejano tenga que preocuparse... ¡sino que preocuparán ya a nuestros hijos y nietos!... Debemos aprender cómo manejar mejor los recursos de nuestro planeta y primero debemos descubrir de cuántos alimentos disponemos y dónde están".

Afrontando la Realidad

Estados Unidos ya ha lanzado al espacio el primer aparato-satélite E.R.T.S.-1, que contribuirá a confeccionar el Inventario Terráqueo.

Desde sus puestos de avanzada en el espacio, este satélite, de una tonelada de peso, explorará todas las regiones de la Tierra y detectará sus recursos por medio de aparatos electrónicos de gran sensibilidad, conocidos por la sigla: "E.K.Gs.". Su aplicación es como tomar un electrocardiograma, para examinar la salud de la Tierra.

Este gran laboratorio-espacial, con forma de una mariposa en vuelo, está provisto de "ojos revolucionarios", llamados "Controles Sensores Remotos", los que tendrán un significativo impacto en los campos de la agricultura, forestación, geología, uso y aprovechamiento del suelo, hidrología, contaminación, oceanografía y meteorología.

Estos aparatos sensitivos responden a un estímulo físico: calor, luz, o a un movimiento particular, transmitiendo un impulso resultante para los efectos de operaciones de control y registro.

Esos controles sensores remotos tomarán "fotografías" de alta calidad y exactitud de diversas regiones de la Tierra. Sus datos serán usados para determinar y diseñar los tipos de los más complejos y avanzados mecanismos de sensores remotos que, a su vez, permitan determinar las mejores técnicas terrestres para ejecutar y llevar a la realidad un gran programa operacional de reconocimiento y luego inventariar los recursos de la Tierra.

El lanzamiento y puesta en órbita del "Satélite Tecnológico de Recursos de la Tierra" representa uno de los más amplios y anticipados eventos de las aplicaciones del uso del espacio extraterrestre.

Este satélite tiene un más amplio significado que el evaluar las reservas de los minerales y otros recursos naturales... El cubre todas las condiciones que imperan en la superficie de la Tierra, tales como el aspecto económico, social y cultural en beneficio de la humanidad.

El Sistema E.R.T.S.

El satélite E.R.T.S. es uno de los aparatos más complejos diseñados por el hombre. Es similar, en apariencia, a la altamente eficiente serie de los satélites "Nimbus" que han llevado a cabo una amplia variedad de experimentos meteorológicos en el espacio desde el año 1964.

Para cumplir su misión, los satélites E.R.T.S. están provistos de los siguientes elementos básicos:

- a) Una plataforma estable para permitir el montaje de los elementos sensores remotos.
- b) Un sistema de comunicaciones para transmitir todos los datos observados de la Tierra.
- c) Dispositivos para llevar sistemas auxiliares que aseguren una larga vida a todo el sistema del satélite.

Los principales instrumentos del satélite son:

- a) Cámaras fotográficas denominadas: "Return Beam Vidicon" (R.B.V.).
- b) Un grabador llamado: "Multispectral Scanner" (M.S.S.).
- c) Colector de datos llamado: "Data Collection System" (D.C.S.).

Estos tres sistemas sensitivos serán los elementos monitores que coleccionarán todos los recursos naturales de la Tierra, en una forma tal que será la más amplia y completa, como jamás se haya hecho antes en la Historia.

La Base del Sistema

La compleja fotografía aérea, como ya se ha demostrado, puede identificar claramente cosechas de distintas clases. Se puede distinguir entre un campo de centeno y un campo de cebada o avena; entre una granja que cultive semillas de soya y otra que cultiva arroz o maíz. Además, se puede distinguir entre una cosecha sana y otra afectada por la sequía, o atacada por plagas infecciosas. Este método emplea una serie de películas de distinta sensibilidad espectrográfica y una batería de "sensores remotos" que observan simultáneamente el mismo lugar sobre la superficie de la Tierra, a distintas longitudes de ondas o con luz infrarroja. No hay motivos para dudar

de que esta técnica, ensayada en vuelos llevados a cabo por aviones, podrá ser utilizada con igual efectividad desde una órbita. Se da como cierto.

Así, los sistemas R.B.V. y M.S.S., obtendrán imágenes de áreas idénticas de la Tierra, en siete diferentes bandas espectrales, las cuales, al ser combinadas entre sí, las imágenes obtenidas imprimirán un gráfico a "todo color" que será como una fotografía del área de terreno situada bajo su punto de posición de toma en el espacio.

En forma simultánea, el sistema D.C.S., actuará como un monitor que captará las imágenes o datos transmitidos por las bases terrestres de control remoto montadas en plataformas especiales, localizadas estratégicamente en diversos lugares del hemisferio occidental, para medir las condiciones ambientales circundantes, tales como el terreno, es decir, la tierra considerada respecto a sus cualidades vegetativas, temperatura del aire, condiciones hidrológicas, climáticas, edafología, etc., y otras particularidades de los recursos de aguas y suelos. Estos datos pueden ser correlacionados con las imágenes fotográficas-tipo de cada lugar en particular.

El satélite E.R.T.S. en sus trayectorias circumpolares alrededor del globo terráqueo, pasará sobre estaciones receptoras de datos de la NASA, ubicadas en la ciudad de Fairbanks, en Alaska. Esta estación es identificada como: NASA's Space Tracking and Data Network, (S.T.D.N.); otras están en Goldstone, California y Greenbelt, en Maryland. Los datos e imágenes recolectados y almacenados a bordo del satélite, serán transmitidos vía NASA Communications Network, a la NASA Data Processing Facility en el Goddard Space Flight Center. Las imágenes fotográficas tomadas sobre el territorio de los Estados Unidos no serán grabadas, sino retransmitidas directamente a una de esas tres estaciones rastreadoras de datos.

Los datos recibidos serán transformados en películas de imágenes de alta calidad o digitalizados en cintas magnéticas de computadoras léibles. Copias de estas películas y sus correspondientes datos procesados, serán enviados al Department of the Interior's Earth Resources Data Center, Sioux Falls, South Dakota y al E.R.T.S. de investigación y otras

agencias cooperadoras gubernamentales. Una vez que los datos sean catalogados en Sioux Falls, serán de uso público y proporcionados a cualquiera institución que, por una tarifa equitativa, se interese en obtener un beneficio de ellos.

El Satélite en Orbita (Fig. 1).

El satélite tiene un peso de 114 kilos, y ha sido situado dentro de una órbita circular con una inclinación, casi polar, 99°. Su altura es de 912 kilómetros sobre la superficie de la Tierra, viajando a una velocidad de 26.640 kilómetros por hora, por lo que su período orbital es de 103 minutos. Estas condiciones le permiten efectuar 14 revoluciones por día alrededor de la Tierra. El satélite, con los datos señalados, recorre una determinada zona cada 18 días, pasando por un lugar a una misma hora local, que para Chile es a las 09 horas

y 30 minutos A.M. El hecho que el satélite pase siempre a una misma hora local, es de gran importancia desde el punto de vista fotográfico, ya que las imágenes serán tomadas desde un mismo ángulo solar, proporcionando una misma cantidad de luz y sombras, lo que permite verificar las alteraciones ecológicas entre cada período de 18 días.

Como la trayectoria del satélite es circunpolar, y la Tierra rota bajo él, de Oeste hacia el Este, la faja de imágenes se va desplazando hacia el oeste, de tal manera que, en la segunda revolución, de las 14, se sobrepone una cierta cantidad sobre la primera, ancho que está en proporción al desplazamiento de la Tierra hacia el este. De esta manera, se obtienen unos mosaicos de imágenes superpuestas a solapamiento a una escala desde 1:1.000.000 a 1:3.300.000 en coloración infrarrojo.

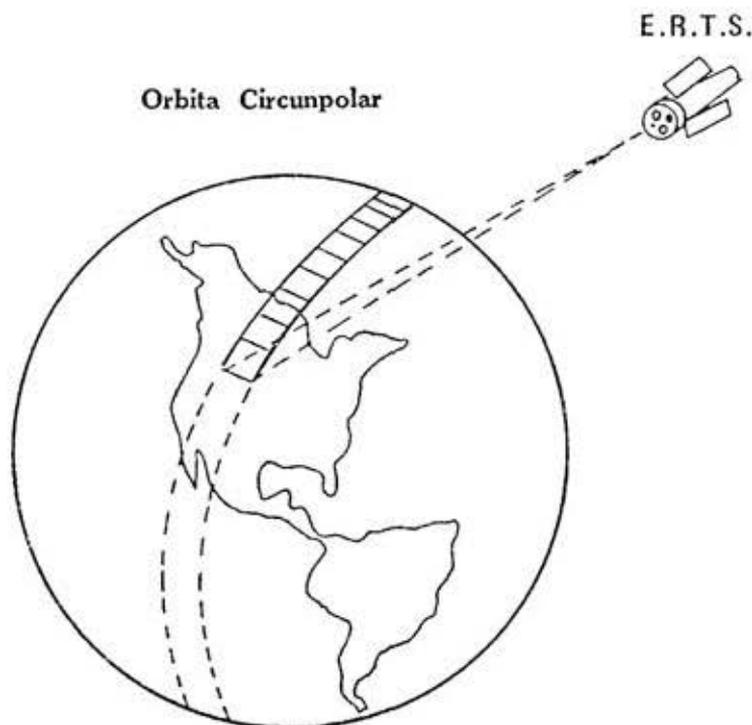


Figura 1

El satélite fue lanzado el 23 de julio de 1972 desde la estación Western Test Range, Lompoc, California. Un cohete Delta de dos etapas fue el impulsor para colocarlo en la órbita calculada. Sus datos son:

Vehículo	Delta, combustible sólido
Altura	32,3 metros ó 106 pies
Diámetro máximo	2,44 metros u 8 pies
Peso nominal en el momento del disparo	113,4 toneladas ó 250.047 libras.

¿Qué es el Sensor Remoto?

El ojo humano es un sistema sensor que proporciona al cerebro una imagen. La cámara fotográfica es otro sistema sensor que registra los rayos reflejados de la luz sin tocar el objeto fotografiado.

Cada objeto viviente o inanimado radia energía de diferentes largos de ondas. La energía calórica es emitida; la energía luminosa es reflejada, y de ambos fenómenos, con apropiados sistemas sensores, pueden ser creadas o reproducidas sus imágenes.

Estos sistemas no hacen diferencia entre un campo sembrado de trigo, rocas de basalto, un manzano enfermo, una vaca o un banco de nieve; cada uno de ellos, y en forma única, tienen su propia marca o distintivo en imágenes multi-espectrales.

El sentido, en una gran variedad de longitudes de ondas aumenta la posibilidad de identificar cada figura o forma en un área particular. El gran número de bandas espectrales usadas para ver o percibir un objeto, en la forma más completa y fidedigna, puede llegar a ser la respuesta modelo de identificación para cada procedencia individual. Por ejemplo, los objetos que se observan son el resultado de la transformación, en imágenes visuales (energía electroquímica) de las ondas luminosas (energía electromagnética) procedentes de los cuerpos o que se reflejan en los mismos.

Muchas de las primeras imágenes analizadas por el ERTS, serán destinadas para obtener una información consecutiva de la "marca o distintivo" de objetos conocidos. Estas marcas se usarán como modelos para los sistemas de computa-

ción, proveyéndolos de datos verídicos para procesar en el computador y obtener las respuestas adecuadas. Para proporcionar esos datos, se han instalado en el satélite dos sistemas sensoriales, conocidos como: "Return Beam Vidicon", (R.B.V.), que consiste en tres cámaras fotográficas, y el "Multispectral Scanner", (M.S.S.), un mecanismo óptico-sensitivo-escudriñador.

El Sistema Return Beam Vidicon (RBV) (Fig. 2).

El sistema RBV reconocerá la Tierra por la vía de tres cámaras fotográficas sensoras, coalineadas, cada una de ellas enfocando la misma área de suelo, pero en una diferente banda espectral.

Cuando las tres imágenes espectrales sean superpuestas, tal como en la proyección de cinerama, y en sus respectivos colores, se obtendrá una sola imagen a "todo color", que abarcará un área de la Tierra de 185 kilómetros cuadrados.

Estas cámaras fotográficas, en el sentido tradicional no lo son, porque no llevan rollos o placas de películas. Al accionar el diafragma, las imágenes reflejadas son registradas y almacenadas en superficies foto-sensibilizadas, dentro de cada tubo de la cámara Vidicon (*), para enseguida registrarlas en una grabación lineal de acuerdo con su tiempo de exposición y ser transmitidas a los controles terrestres.

(*) Vidicon: palabra compuesta de Video+ Iconoscopio, es una cámara con tubos que utiliza el principio de la foto-conductibilidad.

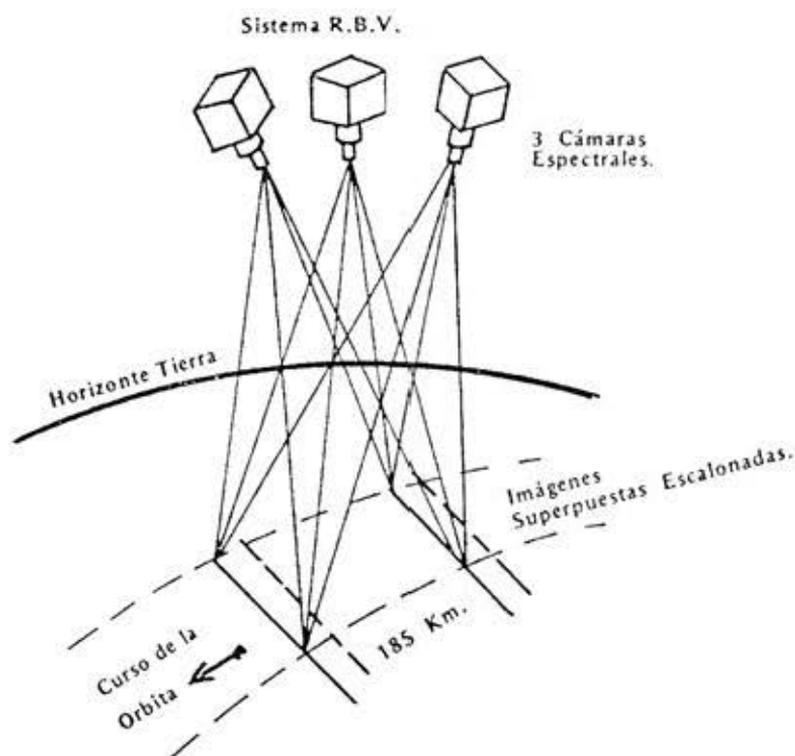


Figura 2

Las imágenes así grabadas, y almacenadas en cintas de video, pueden también ser grabadas a bordo del vehículo espacial.

Las características de las bandas espectrales a usar en las tres cámaras son:

- 1) 0,475 - 0,575 microns, verde,
- 2) 0,580 - 0,680 microns, rojo y
- 3) 0,690 - 0,830 microns, infrarrojo.

Cada imagen cubre un área de 34.000 Km².

El Sistema Multispectral Scanner Sub-System (M.S.S.) (Fig. 3).

El subsistema MSS consiste en un dispositivo mecánico óptico-sensitivo-escudriñador, el cual simultáneamente detecta la energía de la luz (electromagnética) en cuatro bandas espectrales, inclu-

yendo los rayos infrarrojos. Puede grabar imágenes en forma de ringlera, es decir, filas o líneas de cosas puestas en orden unas tras otras, como lo muestra la figura esquemática, en una superficie de 185 kilómetros de ancho, durante cada paso orbital sobre la Tierra. El ancho de la faja de suelo o terreno registrado por el subsistema MSS es idéntico al captado a lo largo por el sistema RBV.

Para transferir las imágenes grabadas del subsistema MSS a la Tierra, y reconstruirlas para ser usadas en informaciones útiles, los datos son codificados o cifrados en el mismo momento o tiempo que se hace la transmisión; también pueden ser guardados a bordo del satélite en cintas de video para retardar su transmisión a las estaciones controladoras terrestres.

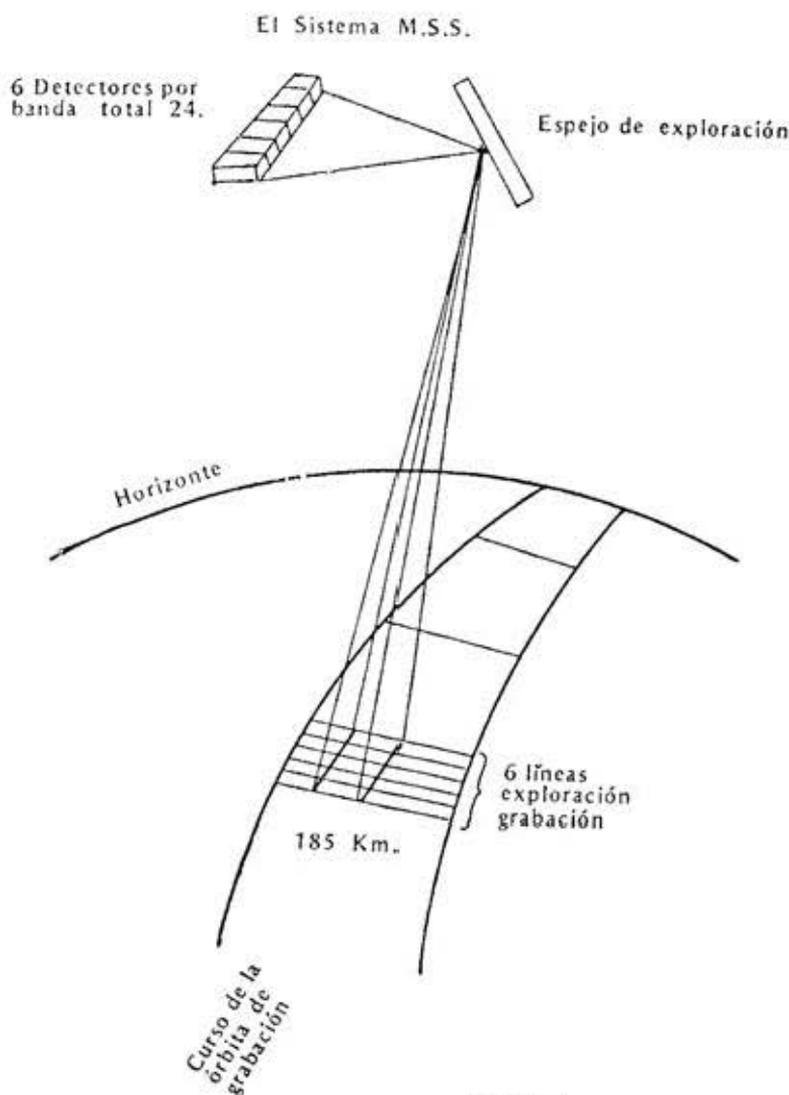


Figura 3

Las bandas espectrales usadas por el MSS, son:

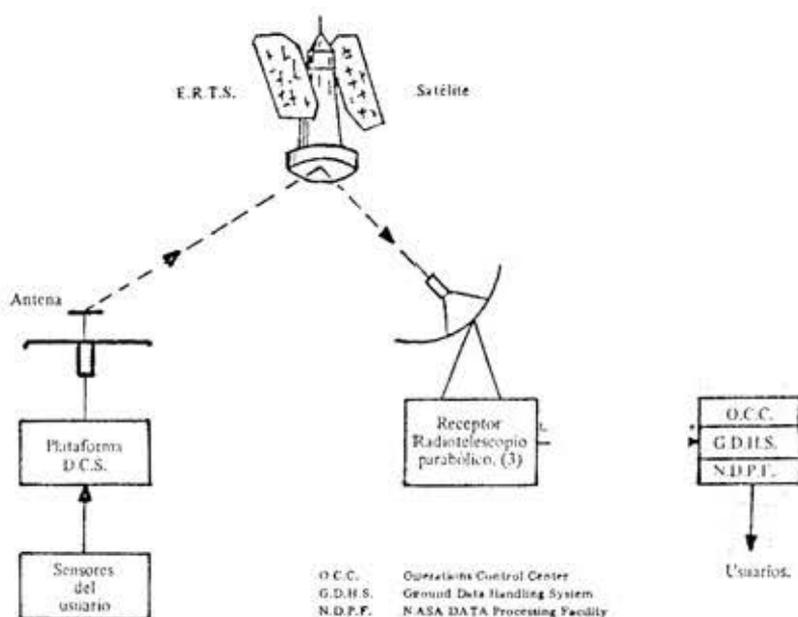
- 1) 0,5 - 0,6 microns, verde,
- 2) 0,6 - 0,7 microns, rojo,
- 3) 0,7 - 0,8 microns, infrarrojo y
- 4) 0,8 - 1,1 microns, infrarrojo.

El espejo de exploración o barrido tiene un movimiento giratorio que le permite recorrer la franja de 185 kms. de ancho, en un barrido activo desde el oeste hacia el este. Al girar o volver al oeste, no actúa en grabación.

El Sistema Data Collection System (D.C.S.) (Fig. 4).

El sistema DCS proporcionará los datos de todas las características externas de un organismo u objeto natural, captadas desde varias plataformas de control remoto localizadas en el territorio de Estados Unidos, parte del Canadá y México, así como de las estaciones extraterritoriales ubicadas en los océanos Atlántico y Pacífico.

Las estaciones fijas en tierra, en un número indeterminado transmitirán hacia



Manejo del Sistema Terrestre de Datos

(Fig. 4)

el satélite ERTS, datos sensoriales relativos al medio ambiente en que prevalecen los medios creados por la Naturaleza, como ser: la flora y la fauna, captados en su radio de acción, las condiciones vegetativas del suelo, recursos de aguas, calidad del aire atmosférico local, clima imperante, etc. A su vez, el satélite retransmitirá los datos recibidos de esas plataformas a las estaciones de control remoto terrestres.

Las plataformas colectoras de datos DCS son estaciones fijas automáticas operadas por controles remotos diseñadas para operar aisladamente, en cualquier lugar de la Tierra, por un período regular de seis meses, sin necesidad de atención. Bajo óptimas condiciones, los datos registrados desde esas plataformas, pueden ser obtenidos cada 12 horas a lo menos. El esquema N° 4 muestra gráficamente todo el proceso de interpretación del sistema.

Como Opera el Sistema

Como hemos mencionado, el sistema D.C.S. consiste en retransmitir desde las plataformas sus informaciones ambientales locales a través del satélite E.R.T.S., a cualquiera de las tres Data Acquisitions Stations (D.A.S.), y enseguida enviadas a la Ground Data Handling System (G.D.H.S.) en el Goddard Space Flight Center (G.S.F.C.), situado en Greenbelt, Maryland. Este encadenamiento de datos es lo que se llama el E.R.T.S. Data Collection System (D.C.S.).

El sistema se compone de tres diferentes subsistemas; la Plataforma Colectora de Datos (D.C.P.), el equipo del satélite y la Central de Control de Datos (O.C.C.), la cual incluye las tres estaciones receptoras de control remoto, que son antenas radiotelescópicas parabólicas y por último el Ground Data Handling System (G.D.H.S.), situado en la base Goddard.

La plataforma, a su vez, consiste en la unidad electrónica, que es un gabinete especialmente diseñado para resistir todas las condiciones climáticas y medio ambiente que lo rodea. Puede actuar sin atención por un mínimo de seis meses, y su duración en servicio activo es sobre los cinco años, y por último, el asta de sustentación que tiene dos antenas de diseño diferente.

La plataforma transmite los mensajes en un tiempo fijo de 10 milisegundos de duración a intervalos de pocos minutos. Estos mensajes están en cifrados especiales, escogidos por el usuario de acuerdo a las condiciones del servicio y que se controlan en la unidad electrónica. Cuando el satélite, en su órbita, está al unísono o a la vista, con una plataforma de transmisión, y a su vez sincronizado con una antena radiotelescópica parabólica, se establece automáticamente la recepción-transmisión de datos, simultáneamente. Estos datos son inmediatamente retransmitidos al Centro de Control Goddard, a fin de tener la visión real en el tiempo registrado. Si en ese momento se reciben los datos de otras plataformas, hay otros controles que los clasifican e identifican en sus respectivos lugares, sin que se produzcan equivocaciones, funcionando así todo el sistema con una gran eficiencia y selectividad.

A los usuarios que desean recibir las informaciones referentes a sus lugares de origen, se les proporciona en forma de envío postal, cintas grabadas, tarjetas perforadas IBM., o por medio de teletipos. Su costo está adecuado a tarifas convencionales.

Interpretación de los Datos

El flujo diario de datos requiere un impropio esfuerzo de identificación de numerosas "signatures", marcas-distintivos-señales - formas - tamaños - dimensiones - colores, etc. de la variadísima gama de objetos registrados y fotografiados espectralmente por el satélite ERTS. Se estima que en un trabajo continuo de recopilación de datos, se requerirán unos diez años para tener un catálogo bien ordenado y clasificado, pero aún así, se precisarán varios años más para una completa y refinada ciencia.

El satélite ERTS-1, en sus 27 meses de funcionamiento, ha transmitido 100.000 imágenes, cubriendo todo el territorio de los Estados Unidos y las tres cuartas partes del globo terráqueo.

Los sistemas de computación y los encargados de interpretar las imágenes espectrales, tendrán a su disposición siete bandas, para asesorarse en la evaluación de los datos transmitidos por el ERTS. Tres de ellas, provendrán del sistema RBV de cámaras fotográficas espectrales, y serán, por lo tanto, una fuente de medida de la energía reflejada desde el suelo de la Tierra, propiamente tal. Las otras cuatro serán proporcionadas por el sistema MSS que reflejará la energía proveniente de los diversos objetos localizados en la superficie de la Tierra.

Muchos factores complicarán la correcta interpretación de un caso o problema específico. Las condiciones variables de la atmósfera terrestre, como ser: la humedad, polvo en suspensión, reflejos de la luz solar sobre nubes y follajes, la hora del día, el ángulo que forme el sol con el punto terrestre en el momento de fotografiar las imágenes espectrales, etc., requerirán de nuevas y mejores técnicas para compensar esos diversos cambios, variaciones o alteraciones de cada lugar específico.

La gran magnitud de datos de registros y su correcta interpretación se hará por sistemas automáticos, de tal manera que las computadoras electrónicas, con un mínimo de ayuda humana, puedan examinar las imágenes espectrales y extraer las informaciones pertinentes en un tiempo base predeterminado.

¿Quiénes serán los beneficiados?

De estas experiencias tecnológicas y de sus conclusiones, los más beneficiados serán, entre otros, los siguientes medios humanos y terrestres:

I. LA AGRICULTURA

Los bosques, magnitud de las reservas o riquezas naturales, condiciones de la potencia vegetativa del suelo, enfermedades e infecciones de las plantas, precipitación o caída pluvial, mejor uso de la tierra para obtener buenas cosechas.

La recogida de datos sobre cosechas en todo el globo terráqueo necesitará

hacerse continuamente. No significa sólo que las plantas cambian de aspecto al crecer; algunas regiones favorecidas por el tiempo quizá vayan a dar una producción excepcional, mientras que otras sufren sequía o inundaciones. Únicamente manteniendo una constante observación sobre una región determinada será posible deducir una previsión realista para la cosecha de la temporada.

Al presente, no hay un inventario minucioso de las selvas forestales del mundo y de sus riquezas naturales; este satélite ERTS proveerá al hombre la primera visión de la existencia global de madera.

II. EL MEDIO AMBIENTE

La supervisión de éste se halla todavía en la infancia, pero, si el hombre, logra perfeccionar su sistema "ecológico", logrará acuciosamente controlar las condiciones y cualidades del aire, agua y suelo. El ERTS controlará la contaminación de las áreas de las costas marítimas, mares interiores y zonas ribereñas. Especialmente se controlarán los rebalses de las industrias para evitar dañar el suelo y rehabilitarlo.

III. LOS MINERALES

Los minerales y sus reservas, cuya demanda se triplicará para el año 2.000: se hará posible una prospección sistemática para encontrar petróleo y depósitos minerales. De hecho, esto se convertirá en una necesidad si queremos evitar que toda nuestra civilización técnica sufra un brusco frenazo. Se captarán áreas de reservas de carbón, petróleo, gas natural, y toda clase de minerales que necesita el hombre para vivir. En confirmación de lo anterior, a principios del año 1973 se tomaron imágenes espectrales de la isla de Chipre, a una altura de 600 millas, las que al ser desarrolladas lograron ubicar grandes reservas de minerales y fosfatos en la cordillera Troodos, lo que representó un gran auge económico.

IV. RECURSOS HIDRAULICOS

El agua juega un papel vital en el futuro económico del mundo. El ERTS ayu-

dará a determinar las reservas de aguas frescas, a canalizarlas y a encontrar nuevas fuentes, para obtener mejores beneficios en su uso y aplicación. El sistema DCS proveerá esos controles de los recursos de aguas.

V. USO DE LA TIERRA

Los datos recogidos por el satélite proveerán una invaluable información para el uso de la tierra, ya sea para límites urbanos o para campos de pastoreo para ganado vivo. Renacerán nuevos esfuerzos para determinar un mejor uso de la tierra para planificar nuevas ciudades y remodelar las existentes. El uso de las zonas rurales para propósitos de recreación, granjas, aserraderos industriales, etc.

VI. RECURSOS MARINOS

Estudiar las condiciones oceanográficas en general, los mares territoriales en particular, para conocer sus regímenes de corrientes marinas, distribución del material de sedimentos producidos o depositados por la acción de las aguas, vientos y glaciares, cerca de las costas; corrientes marinas que emergen desde la profundidad de los mares, etc., que serán cartografiadas y controladas para determinar las posibilidades de relacionarlas con la pesca y sus industrias derivadas.

VII. MAPAS Y CARTAS DE LA TIERRA

Y por último, se trazarán nuevos mapas y cartas de todas clases del globo terráqueo, lo que permitirá una amplia y vasta visión y conocimiento de sus medios y recursos para las exigencias del "hombre del futuro".

Bibliografía:

- Santa Biblia - Génesis.
- Fronteras del Espacio. Werner von Braun, 1960.
- Scientific American, Julio 1973.
- Enciclopedia Monitor, 1974.
- NASA. Earth Resources. Technology Satellite.