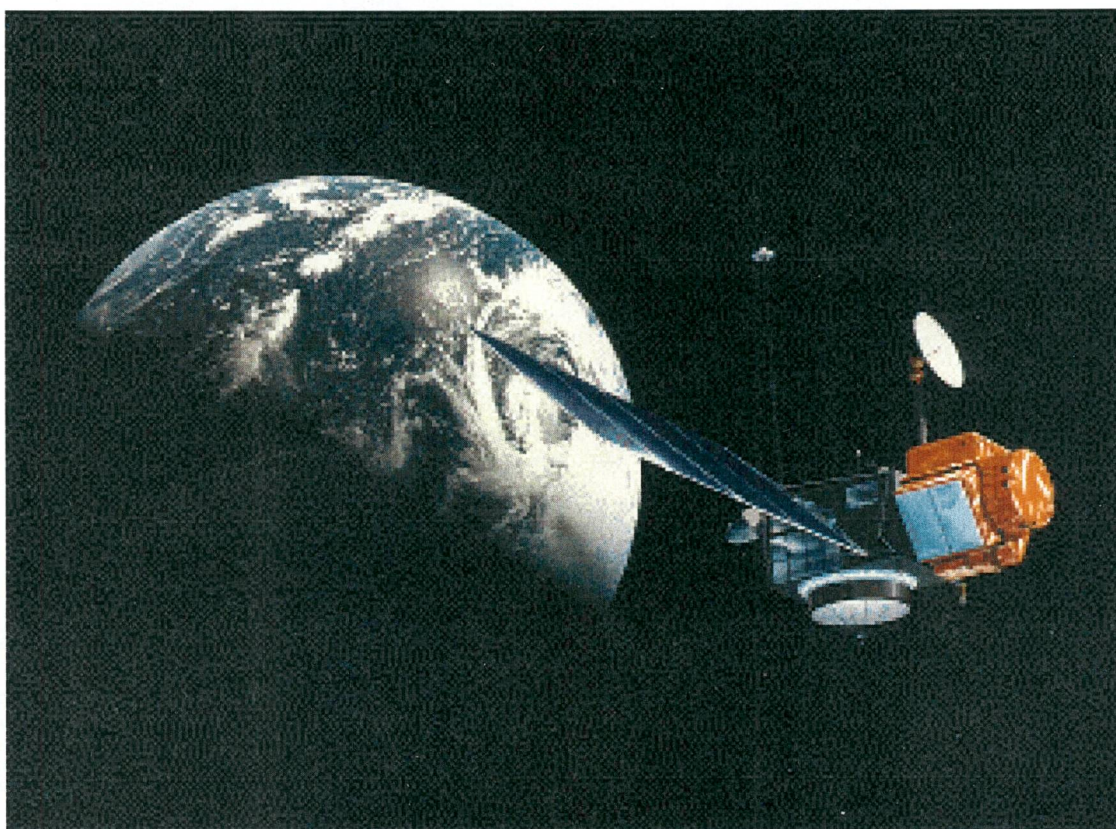




CVG-Electrificación del Caroní C.A.
Gerencia de Gestión Ambiental
Departamento de Predicción y Estudios Hidroclimáticos

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE INCORPORACIÓN DE INFORMACIÓN PROVENIENTE DE OTROS SATELITES ORBITALES.

(Ing. Luis Felipe García)



Caracas, enero 1999

CONTENIDO

Pag.

1. INTRODUCCIÓN	03
2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LAS AYUDAS HIDROMETEOROLOGICAS	03
2.1. DEFINICIONES	03
2.2. TIPOS DE IMÁGENES	05
2.3. SENSORES	05
2.4. NUBES DE LLUVIA VISTAS POR SATÉLITE	07
3. ANALISIS DE COSTOS	07
4. FACTIBILIDAD PARA SU IMPLEMENTACION	08
BIBLIOGRAFÍA	09

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE INCORPORACIÓN DE INFORMACIÓN PROVENIENTE DE OTROS SATÉLITES ORBITALES.-

1. INTRODUCCIÓN.-

Los centros de vigilancia meteorológica, suelen usar día a día las imágenes del satélite geoestacionario GOES 8, 9 y ahora el 10, dependiendo de la ubicación del sitio de vigilancia en América o en el Pacífico Occidental. Estos satélites proporcionan vistas de cobertura nubosa cada ½ hora, en alta resolución (1 a 14 kms), dependiendo de los canales: Visible, Infrarrojo, Cerca del Infrarrojo y Vapor de Agua. Esta información es básica para los pronósticos rutinarios, y seguimientos de perturbaciones con fines de alertas.

Sin embargo, cuando el servicio que se presta no es solamente el de pronóstico meteorológico, y seguimiento de perturbaciones, sino que se requiere además, evaluación de la distribución espacial y temporal de los aportes de agua producidos por el pasaje de sistemas nubosos asociados a nubes de tormentas y otros, se hace necesario entonces disponer de imágenes de los satélites orbitales para aprovechar los beneficios de los varios canales a diferentes longitudes de ondas sensibles a situaciones ambientales de interés.

Entre los muchos beneficios que resaltan a la vista, con el uso de esta información satelital, se puede mencionar: las investigaciones sobre patrones de comportamiento de situaciones sinópticas meteorológicas y su influencia en las precipitaciones significativas para la región Guayana; evaluación con mayor exactitud de la humedad en la atmósfera; del recurso suelos; áreas potenciales a inundación; seguimiento de cambios en la vegetación y de las diferentes etapas de las jornadas agrícolas; control de incendios de vegetación; conservación de cuencas; y en el seguimiento y control de la actividad minera; todas ellas, con aportes valiosos para la conservación del ambiente.

En el presente proyecto, se evalúa todos los beneficios que pueden aportar la información de los satélites orbitales a las actividades de C.V.G. EDELCA, los equipos disponibles en el mercado, revisión de las necesidades actuales de la empresa para la toma de la decisión de incorporar esta tecnología al trabajo diario, y análisis de costos de estos equipos para evaluar los beneficios – costos que permitan decidir respecto a su incorporación. Se menciona también, la utilidad de la información de los satélites orbitales junto con el radar, en el monitoreo de sistemas productores de grandes aportes de agua al sistema de embalses de la región Guayana.

2. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LAS AYUDAS HIDROMETEOROLÓGICAS.

2.1. DEFINICIONES:

El programa de recolección de datos de imágenes de satélites orbitales, se inicia en 1960 con el lanzamiento del TIROS I. Actualmente el programa ha crecido y están en órbita los satélites NOAA 09, 12 y 14. Para incrementar la frecuencia de la cobertura,

los Estados Unidos mantienen dos satélites de órbita polar simultáneamente, pero separados por 6 horas. Esto significa que juntos los satélites polares proveen cuatro imágenes para una misma área en un período de 24 horas.

Los satélites de la NOAA se ubican entre los 833 a 870 km. de altura, con una órbita casi circular cerca de la polar (98.89° inclinación), sincronizada con el sol. Realizan aproximadamente 14 órbitas en 24 horas, con un período de 102 minutos. A medida que la tierra rota, el satélite es desplazado hacia el Oeste en órbitas consecutivas, lo cual le permite ir avanzando y cubriendo franjas nuevas en cada órbita. El ancho de las vistas abarca unos 2.700 km.

Los satélites NOAA, son los satélites de órbita polar americanos. Estos satélites se desplazan a una altura menor que los geoestacionarios. Por esta razón ellos capturan una imagen más pequeña, limitada a una franja justo perpendicular a la ruta de viaje. Como el satélite se acerca inicialmente y luego se retira de un punto dentro de la franja, existe una considerable distorsión horizontal para la posición más alejada del satélite.

El Advanced High Resolution Radiometer (AVHRR), provee vistas del globo a 4 km. de resolución, y vistas regionales en alta resolución a 1 km. Estas imágenes están disponibles para los usuarios que tengan disponibles equipos de High Resolution Picture Transmission - HRPT.

Los satélites orbitales tienen mejor resolución que los satélites geoestacionarios y son sensibles a una mayor variedad de aspectos ambientales. Por esta razón son usados frecuentemente en estudios ambientales tales como: desarrollos agrícolas, vegetación, oceanografía, temperatura de cuerpos de agua y de tierra, detección de incendios y de contaminantes por plumas volcánicas, manchas de inundaciones, e intervención irracional por parte del hombre a la vegetación y ambiente. Sin embargo la frecuencia de imágenes es mucho menor que los geoestacionarios, razón por la cual no lo sustituyen en el seguimiento de tormentas y eventos extremos de corta duración.

Los satélites de órbita polar, cargan un telescopio reflectivo que está orientado directamente a la tierra. A medida que el satélite se mueve en su órbita, un espejo del telescopio escanea la tierra y el espacio en una dirección Este - Oeste. La radiación visible e infrarroja reflejada por el espejo, son dirigidas hacia un detector infrarrojo y a un detector de luz visible. Este sistema es denominado Radiómetro Escaneador Infrarrojo y Visible.

Los satélites transmiten imágenes de la tierra día y noche. Ellos recaban información de mediciones de la temperatura y altura de las cimas de las nubes, perfiles de la temperatura y humedad de la atmósfera, y temperatura de la superficie del mar. Otros satélites con sensores de microondas, pueden ver a través de las nubes en ausencia de lluvia, y de esta forma producir perfiles de temperatura, cuando las nubes están presentes. La radiación infrarroja emitida por la tierra y las cimas de las nubes, es usada por los satélites, para proveer imágenes nocturnas de cobertura nubosa y de temperatura de la superficie del mar para grandes áreas del océano.

Entre el principio de la imagen y el final, existe una diferencia de hora originada por el tiempo de traslado del satélite. Los receptores reciben la imagen de satélite orbital solo cuando ellos están pasando sobre el lugar, aunque la franja de imagen se comienza

a recibir bastante antes y se termina de recibir bastante después que el satélite ha pasado por el lugar.

2.2. TIPOS DE IMÁGENES:

Los satélites de órbita polar, trabajan en varios canales, y se pueden recibir en diferentes tipos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

Las imágenes en visible muestran la luz visible que es reflejada por las nubes y la superficie de la tierra. Ellas muestran todos los tipos de nubes y son el mejor tipo de imágenes para ver los sistemas en los bajos niveles de la atmósfera baja, la cual no es mostrada tan bien por las imágenes en infrarrojo. Las imágenes en visible son solo tomadas durante el día.

Las imágenes en infrarrojo muestran la cantidad de calor emitida por las diferentes nubes y por la superficie de la tierra. Las imágenes en infrarrojo muestran con mayor facilidad las nubes en los altos niveles, ya que estas tienen la propiedad de ser más frías.

Las imágenes mostradas son en realidad un negativo de las mismas. La parte blanca de las imágenes, son las áreas más frías, y corresponden con las altas cimas de las nubes (emiten menos luz infrarroja), mientras que las áreas oscuras corresponden con las calientes. En realidad la imagen original es al contrario, pero se cambia el blanco y negro para que la visión se asemeje a una imagen visible a la cual estamos más acostumbrado.

Las imágenes en infrarrojo con resalte, son simplemente imágenes en infrarrojo a la cual se le ha aplicado colores para distinguir cimas de nubes a diferentes temperaturas. También representan cimas de nubes a diferentes alturas, si tomamos en consideración el gradiente altotérmico. La posibilidad de dar colores a áreas con diferentes temperaturas, permite ajustar la gama de colores para identificar suelos calientes, superficie del mar, cimas de nubes bajas, medias y altas, e identificar los sistemas de nube de tormentas que se destacan por su gran altura.

Las imágenes en Vapor de Agua, muestran el contenido de vapor de agua en la tropósfera superior. Esta tropósfera es la capa más baja de la atmósfera, y es donde ocurre la mayoría de los fenómenos meteorológicos. Las imágenes en vapor de agua, muestran especialmente los sistemas de nubes o transporte de humedad en la alta tropósfera, y son diferentes al movimiento de los sistemas en superficie. Sin embargo el conocimiento de estos sistemas en la altura, permiten inferir sobre lo que sucederá en los sistemas de superficie.

2.3. SENSORES:

Los datos de los satélites de órbita polar, trabajan en 5 canales. Estos son: Visible, Infrarrojo Cercano (reflectivas), y tres Infrarrojo Termal (emisiva).

TABLA DE SENSORES AVHRR.

CANAL	LONGITUD ONDA (Um)	LONGITUD ONDA (Um)
1. VISIBLE	0.58	0.68
2. INFRARROJO CERCANO.	0.725	1.10
3. INFRARROJO TERMAL MEDIO.	3.55	3.93
4. INFRARROJO TERMAL.	10.30	11.30
5. INFRARROJO TERMAL.	11.50	12.50

Canal Visible: Refleja la luz solar, Mide el albedo; define la nieve y sucesos relacionados con el hielo; sucesos del terreno; cobertura vegetal; y casos meteorológicos como las nubes.

Canal Infrarrojo Cercano: Refleja el infrarrojo. Define la nieve y las condiciones del hielo y su fusión; seguimiento de las labores de aprovechamientos de la vegetación (alta sensibilidad a la presencia de la clorofila); y monitoreo meteorológico (las nubes).

Canal Infrarrojo Termal Medio: Sensitivo a la fuentes extremas de calor; detección de fuegos forestales; análisis de la temperatura de la superficie del mar; y mapeo de nubosidad en horas nocturnas.

Canal Infrarrojo Termal: Temperatura de la tierra día y noche; plumas volcánicas, sucesos meteorológicos relacionados con nubes; y temperatura de la superficie de los oceanos, lagos y ríos.

Infrarrojo Termal: Temperatura de la tierra día y noche; plumas volcánicas, sucesos meteorológicos de nubes; y temperatura de oceanos, lagos y ríos.

Los datos recabados en cada canal pueden ser usados independientemente o combinados. Por ejemplo datos del canal 1 y 2 son usados para producir índices de vegetación. Datos de los canales 3, 4 y 5 son usados juntos para filtrar la nubosidad y la contaminación presentada por el vapor de agua en la atmósfera en los análisis de la temperatura de la superficie del mar.

Las imágenes se pueden obtener en diferentes formatos. El Formato GIF, es básicamente un algoritmo de compresión, razón por la cual no pierde calidad. El Formato JPEG, también es un algoritmo de compresión, aunque más complicado; las imágenes son más pequeñas que la GIF, y hay una pequeña pérdida en la calidad de la imagen. El Formato TIFF, es una imagen RASTER y es usada con frecuencia con propósitos científicos, ya que esta puede ser almacenada como un dato preciso. El Formato MPEG, tienen una resolución de 320 * 200 y su calidad esta degradada en la compresión, se usan para simplificar las animaciones.

2.4. NUBES DE LLUVIA VISTAS POR SATÉLITE:

Las características más importantes de las nubes asociadas a chaparrones son descritas por Smith y Scofield:

- Nubes brillantes en VIS, producen más precipitación que las nubes oscuras.
- Nubes brillantes en VIS, y las nubes con cimas frías en las imágenes en IR, que experimentan expansión en términos de área (en estados iniciales o maduras), producen más lluvia que aquellas que no se están expandiendo.
- Nubes en disipación producen poca o ninguna lluvia.
- Nubes con cimas frías en IR, en general producen más lluvia que aquellas con cimas más calientes.
- Nubes cuyas cimas inicialmente frías, están cambiando a más calientes, producen poca o ninguna lluvia.
- Familias de Cumulonimbos producen más lluvias que nubes separadas.
- En los sistemas convectivos, la mayor parte de las lluvias se registran donde existen corrientes ascendentes.

3. ANALISIS DE COSTOS:

En este aparte, se analizan los costos del sistema receptor de imágenes de satélites orbitales, y sus resultados son base para la toma de decisiones en cuenta a la necesidad de actualizar y modernizar los equipos.

Costo del GTI - 3/0060/0-97 para un LeoSAT 2000 HRPT Receiving System with Optional METPRO Lite Processing capability:

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL (\$)
1.	GTI Electronics TIROS/HRPT Workstation		37.860,00
1.1.	TIROS Satellite Antenna System		
1.2.	TIROS Pracessing System		
	TOTAL LeoSAT (TM) 2000 SYSTEM		37.860,00
2.	METPRO LITE ADVANCED TIROS PROCESSING OPTION METPRO Advanced TIROS Workstation		80.970,00
	SGI 02 RISC Worstation		
	System and Application Software		
	ESTACIÓN METPRO Lite.		80.970,00
3.	Services		36.075,00
	Fábrica	14.375,00	
	Instalación, Supervisión y Comisiones	10.350,00	
	Entrenamiento	10.350,00	
	TOTAL SERVICIOS		36.075,00

	TOTAL SYSTEM COST		153.905,00
	Estimated Freight / Handing		1.850,00
		1\$ = Bs.560	
	TOTAL CIF CARACAS, VENEZUELA	Bs.87.222.800	155.755,00

4. FACTIBILIDAD PARA SU IMPLEMENTACION.-

Las primeras indagaciones realizadas sobre esta alternativa, arrojan resultados negativos para su inclusión. Ciertamente el costo de los receptores de Satélites Orbitales son muy grandes, y solo se podrían justificar si son requeridos en otros proyectos ambientales, involucrando a usuarios en todo el país. Uno de los presupuesto esta en el orden de los \$155.755,00, el cual también es bastante costoso, a menos que se justifique a nivel Nacional.

Se piensa que los posibles usuarios de este servicio, deberían abarcar entre otros: el Dep. de Conservación de Cuencas (Alexander Barreto), Dep de Estudios Básicos (Orlando Peña), e Ing Pedro García, todos en CVG EDELCA. Otros servicios a nivel Nacional serían: Cartografía Nacional (Alicia Moreau), SEFORVEN (Samuel Mendoza), CVG (Francisco Barrios).

Los beneficios de los productos del equipo receptor son muchos, sin embargo una alta frecuencia de imágenes cada 12 horas, parece excesiva para los planes de monitoreo que se tienen actualmente dentro de EDELCA. En todo caso, la compra de ocasionales imágenes SPOT o LANSAT, podría ser suficiente para los planes actuales de investigación, o de desarrollo.

El otro beneficio en la vigilancia de la actividad minera, aunque es de provecho, tiene la limitación de la resolución del satélite. Este no capta actividad minera y daños a la vegetación en pocas hectarias, como son las más comunes, y solo en aquellas donde la explotación es mayor de 1 km.. es la que puede ser detectada facilmente.

La relación Beneficio Costo podría resultar positiva para la inclusión de los satélites orbitales, solo si los usuarios a nivel Nacional, tienen suficientes programas y frecuentes productos que lo justifiquen.

La versión de Receptores de Satélites Orbitales en baja resolución, es de bajo costo, y es una alternativa factible y económica. Se piensa indistintamente del resultado de este proyecto, la recomendación para que sea incluida dentro del Centro de Pronóstico de CVG EDELCA, la cual complementaría la información de WEFAX, que ya se está recibiendo.

Actualmente se ha consultado a la Gerencia de Gestión Ambiental, a la cual se le requirió sus observaciones sobre la necesidad de adquirir esta tecnología, y el grado en que estos equipos pueden involucrarse en sus actuales proyectos y en los planes futuros. Actualmente CVG – EDELCA adelanta estudios que se podrían beneficiar de los productos de los satélites orbitales, en:

- Apoyo a la gestión ambiental en el ámbito de la región Guayana.
- Manejo de cuencas.

- Susceptibilidad y monitoreo de incendios.
- Modelos de precipitación – caudal.
- Monitoreo de cobertura vegetal (Dinámica del uso de la tierra).

Paralelo a este proyecto, se viene siguiendo y participando en la Unidad Ejecutora del Proyecto VENEHMET (UEPV). En dicho proyecto se tiene planificado proveer al Centro Nacional de Pronósticos Hidrometeorológicos (CeNAPH), de un sistema receptor de imágenes de satélites (NOAA/TIROS). Este sistema recibe una información la cual es única y válida para toda Venezuela, razón por la cual es de beneficio para todos los servicios de la nación. En este orden de cosas, si el CeNAPH, adquiere el equipo, se garantiza que todas las agencias del país entre ellas CVG – EDELCA, podrán contar con dicha información.

Para reforzar la importancia de la obtención de un receptor de satélite de órbita polar para ser adquirida por el CeNAPH, la empresa CVG – EDELCA expone ante la Unidad Ejecutora del Proyecto VENEHMET (UEPV), la importancia de esta información en la ejecución y planificación de sus tareas, y recalca la necesidad de adquirir el equipo receptor, justificándolo con las diversas tareas que se adelantan en el país, en las actividades agrícolas, gestión ambiental, manejo de cuencas, alertas de incendios, suelos, y modelos hidrológicos para aprovechamientos hidroeléctricos.

BIBLIOGRAFÍA:

Atmospheric Environment Service. Weather Satellites. Canada.

Pacific Weather Centre. Satellite Image Interpretation. Canada: 1991.

VENEHMET 2000, Implementation Plan Earth System Science International.