



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

POSGRADO EN GEOGRAFÍA

GENERADOR DE VISTAS RÁPIDAS DE IMÁGENES SATELITALES
DE SPOT, PARA REPRESENTACIÓN ESPACIAL-VISUAL-
TEMPORAL EN LA ESTACIÓN ERMEXS, ATRAVÉS DE
UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRA EN GEOGRAFÍA

P R E S E N T A

GABRIELA MIRANDA IRIGOLLEN

ASESOR: DR. JORGE PRADO MOLINA



MÉXICO D.F.

JUNIO, 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Gloria, mi madre: que aunque ya no esta aquí, siempre
permanecerá en mí; como una continuación
de lo que un día deseamos.

A Marco e Ivan: mi pequeña familia, porque son mi principal
motivación para alcanzar las metas propuestas.

A mis hermanos por su apoyo incondicional: aun
en las más claras diferencias, a Sonia y Josefina ya que
sin su ayuda, indudablemente no hubiera podido haberlo hecho.

AGRADECIMIENTOS.

Al paso de los años, no solo en el ámbito académico y profesional si no también en la vida diaria he conocido una gran cantidad de personas, con las que conviví y aprendí, no solo de las experiencias de ellos, más o de la que ambos creamos, de lo que la convivencia diaria nos puede dar ha sido muy vasta y provechosa, por lo que doy las gracias a todas y cada una de ellas por su tiempo, espacio y amistad.

Quiero agradecer en especial al Dr. Jorge Prado, mi director de tesis, porque aunque le pedí de su asesoramiento en una situación un poco extraña: nunca me dijo que no y empezamos a trabajar con la idea que traía de un informe académico por experiencia profesional en la cual siempre me apoyo incondicionalmente en todas las situaciones que tuve que pasar y superar, gracias.

Al matemático Edilberto Hernández encargado de la Dirección de la ERMEXS, por darme la oportunidad de elaborar mi tesis y presentar hacia el exterior el trabajo realizado dentro de la ERMEXS: en donde a través del tiempo hemos mostrado nuestra capacidad y profesionalismo, también muchas gracias.

Y por supuesto a Él..... Gracias.

RESUMEN

En este informe académico se describe la metodología empleada para el desarrollo de un generador de vistas rápidas de las imágenes satelitales de SPOT que se reciben en la Estación de Recepción México de la constelación Spot (ERMEXS). Asimismo, se señala la manera de organizar, administrar, manejar y distribuir una gran cantidad de imágenes satelitales y de hacerlas llegar a diferentes dependencias de la Administración Pública Federal, universidades y centros de investigación en el país.

A partir de la información geográfica que tiene la **B.D.-ERMEXS**, se extrajeron los datos necesarios para desplegarlos por medio de una vista rápida en formato .JPG, con resolución de 500 x 500 DPI para ser analizadas, visual y temporalmente por medio de un Sistema de Información Geográfica, antes de ser trasladadas a los servidores de almacenamiento o producción, reduciendo el tiempo de entrega de las imágenes satelitales a los usuarios finales.

ÍNDICE

Resumen -----	4
Introducción -----	7
Planteamiento del problema-----	10
Justificación-----	11
Hipótesis-----	11
Objetivo principal-----	12
Objetivos particulares-----	12
Marco teórico y conceptual-----	12
Metodología-----	13
Capítulo I. Principales características y funcionamiento de los satélites de la Constelación SPOT.	
1.1. Funcionamiento de los Satélites de la Constelación Spot.-----	15
1.2. Características de los Satélites de la Constelación Spot.-----	18
1.3. Adquisición de imágenes de los Satélites de la Constelación Spot-----	21
1.4. Orbitas y características de las imágenes de los Satélites de la Constelación Spot.-----	23
Capítulo II. Características del hardware y software de las Estación de Recepción México de la Constelación de Spot.	
2.1. SDR: Estación de Recepción Directa de la Constelación Spot.-----	26
2.2 ERMEXS (Estación de Recepción México de la constelación Spot): una SDR de la Constelación Spot.-----	28
2.3. Características y funcionamiento del hardware del Sistema de Recepción de la ERMEXS.-----	33
2.4. Características y funcionamiento del software del Sistema de Recepción de la ERMEXS.-----	37

Capítulo III. El desarrollo del Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD)

Oracle y la B.D. -ERMEXS.

3.1. La estructura del SGBD Oracle y la BD-ERMEXS.-----40

3.2. Características y funcionamiento de la BD-ERMEXS a partir del
SGBD Oracle.-----48

Capítulo IV. La representación espacial-temporal-visual de las vistas rápidas
en el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2.

4.1. Selección de imágenes satelitales de un área geográfica específica a
través de una consulta a la B.D. -ERMEXS.-----53

4.2. Representación gráfica de las vistas rápidas obtenidas de la
consulta a la B.D. -ERMEXS, en ArcView 3.2.-----57

Capítulo V. Resultados y Conclusiones

5.1. Resultados.-----60

5.2. Conclusiones.-----64

5.3. Recomendaciones.-----66

Bibliografía.-----64

INTRODUCCIÓN

El Gobierno de México, en noviembre de 2003, a través del programa ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria); representando a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Secretaría de Marina (SEMAR), reunieron esfuerzos para llevar a cabo la instalación, custodia y operación de la Estación de Recepción México de la constelación Spot (ERMEXS). Esta es una terminal para la recepción, almacenamiento, procesamiento, administración y distribución de imágenes SPOT (*Semar. ERMEXS, 2010*). Para su puesta en marcha, ambas dependencias integraron también a personal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Este es un ejemplo de colaboración interinstitucional que responde con rapidez, a las necesidades de imágenes de satélite para su utilización por parte de cualquier dependencia de la Administración Pública Federal y universidades, que están registradas en la ERMEXS y que cuentan con sus correspondientes gestores de imágenes.

La constelación Spot (por sus siglas en francés significa: Satélites Para la Observación de la Tierra) son una serie de satélites diseñados y puestos en órbita por el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia, con apoyo de Suecia y Bélgica, y operados por la empresa Spot Image. La antena de la Estación ERMEXS, recibe imágenes de los satélites aún cuando estos se encuentran a una distancia de 2500 Km. de radio, esto significa que cuando la proyección de su órbita sobre la tierra pasa por el sur de los Estados Unidos, Cuba o todo Centro América, es posible tener conexión e iniciar la recepción (*Siap. Imágenes Satelitales, 2010*). Dicha constelación estaba compuesta originalmente por los satélites SPOT3, SPOT4 y SPOT5, pero actualmente, solamente están en operación los dos últimos.

A partir del 6 de diciembre del 2003 se recibieron las primeras imágenes de satélite y se iniciaron los trabajos para programar su captura sobre las áreas de interés, esto a partir de solicitudes de los gestores autorizados de la Administración Pública Federal. También se

llevó a cabo el procesamiento de las imágenes adquiridas y la preparación del Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) de Oracle, con las herramientas operando con los lenguajes sql*plus y Korn-shell de UNIX, para facilitar el manejo y el control de la información (*Hernández, 2007*). Ésta fue incrementándose significativamente conforme se adquirían diariamente imágenes satelitales, y aumentaba la demanda de esta fuente de información cartográfica primaria.

Se diseñó y creó en el SGBD la B.D.-ERMEXS, la cual contiene información geográfica básica sobre las imágenes adquiridas, procesadas y entregadas a las dependencias y organismos autorizados. Se prepararon programas para automatizar procesos de administración, búsqueda y de discriminación de la información, así como también rutinas para el almacenamiento y respaldo de la telemetría recibida y de las imágenes procesadas. Y de la misma manera se desarrolló una página Web llamada: "Sistema de Solicitudes" (SSOL), con la finalidad de mantener comunicación directa con los gestores autorizados de la ERMEXS (*Hernández, 2007*). A través de ella, se atienden las necesidades de tres instancias que intervienen en el proceso de entrega de imágenes satelitales a la Administración Pública Federal: el gestor autorizado, el área de atención a usuarios y a la propia ERMEXS.

En el caso de los gestores autorizados, únicos que pueden hacer solicitudes de imágenes SPOT a través de este módulo (totalmente gratuitas), tienen acceso a las opciones de generar una solicitud, por medio de un polígono, un radio o directamente de una pseudo coordenada KJ. Esto proporciona coordenadas geográficas de los vértices ó del centro del radio ó la relación de las K/J, para delimitar el área de interés, periodo o periodos de interés, modo espectral, nivel de procesamiento, grado de nubosidad, ángulo máximo de incidencia, y la justificación de la solicitud dónde se proporciona la información sobre el uso que se va a dar a las imágenes.

Se puede incluir un archivo anexo a la solicitud, con formato .zip de menos de 500 KB., el cual puede contener a su vez uno o más archivos como shapefile con coordenadas

geográficas, documentos Word, u hojas EXCELL, etc., los cuales pueden agregar más especificaciones al área que se delimitará.

En el mes de Julio del 2006, llegó el nuevo personal de INEGI en comisión a la ERMEXS, un Geógrafo y un Ing. en comunicaciones y electrónica, como apoyo a la operación y administración de la Estación; para este momento ya existían 233,565 imágenes recibidas de las cuales solo 31,700 estaban procesadas en alguno de los niveles (ERMEXS, 2006). Este retraso en el procesamiento hizo evidente la necesidad de un manejo más eficiente de la información.

En el año 2007 la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a través del SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera) renovó el Contrato de la licencia de telemetría, manteniendo el funcionamiento del Sistema de Recepción de Imágenes SPOT, dando continuidad a los servicios de mantenimiento y soporte para los Sistemas TS5 y ELS, así como también, extendiéndose la facultad de hacer entrega de imágenes a los Estados, Municipios, Universidades Públicas y Centros dedicadas a la investigación.

Con el crecimiento de la B.D.-ERMEXS, y con el aumento de gestores autorizados, así como de solicitudes de cubrimiento de diferentes porciones del territorio nacional, se hizo evidente la necesidad de hacer mejoras en las fases de programación, procesamiento, administración, almacenamiento y distribución de las imágenes. Era necesario tomar medidas para dar pronta y eficaz respuesta a las solicitudes hechas a la ERMEXS, en la entrega de imágenes satelitales al área responsable de SEMAR, para su encriptamiento y posterior distribución a los gestores.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la extensión de la multilicencia a los Estados, Municipios y Universidades, se generó un cuello de botella, para la atención de gestores en la ERMEXS, ya que a partir de la aceptación de cualquier solicitud de imágenes satelitales, se hace una consulta a la **B.D.-ERMEXS** introduciendo las coordenadas del o los polígonos de cada solicitud. Como resultado se obtiene una lista de imágenes que cumplen con los requisitos establecidos por el gestor. El listado tiene campos con datos geográficos como la KJ, el ángulo de incidencia, fecha, el identificador de la imagen compuesto de 16 caracteres que indican: el satélite, año, mes, día y su nivel de procesamiento, y las coordenadas geográficas de la esquina superior derecha de todas y cada una de ellas.

El análisis para cubrir las zonas geográficas que cada usuario requería, se retrasaba enormemente, ya que a partir de dichos listados, se analizaba la temporalidad, la nubosidad, el ángulo de incidencia, etc. Se seleccionaban las imágenes, y se procesaban (si no lo estaban en el nivel solicitado), para posteriormente enviarlas de los servidores de procesamiento y/o almacenamiento, depositarlas en alguna estación de trabajo y hacer una verificación rápida por medio de un scrip de ArcView llamado "generador de polígonos a través de un archivo de texto", que extraía las coordenadas de las cuatro esquinas de las imágenes, se graficaban los contornos para comprobar que el polígono estaba totalmente cubierto; si esto último sucedía entonces se liberaba la información para el área de encriptamiento de SEMAR.

JUSTIFICACIÓN

Aunque en el espacio-tiempo se podría comprobar la cobertura del área, no así visualmente, ya que la incidencia de nubes tiene valores cualitativos y cuantitativos aproximados a la realidad; lo que ocasiona que aunque se seleccionara aparentemente la mejor imagen; ésta no siempre tenía la correspondencia de los valores aportados en la tabla, con las características solicitadas por el gestor, cuando se le hacía la revisión física.

Debido a esta situación, se llegó a la conclusión de que era necesario tener una representación espacial, visual y temporal de todas las imágenes satelitales con las que contábamos en el acervo de la estación. La finalidad era de elaborar mini-mosaicos con imágenes .JPG de las áreas solicitadas, todo esto antes de la transferencia de las imágenes a los servidores de almacenamiento y producción, para reducir tiempos de entrega, espacio en las estaciones de trabajo, horas red y hombre, asegurando siempre el íntegro cumplimiento de las características solicitadas por los gestores a la ERMEXS.

Como profesionistas que estamos inmersos en el campo de las ciencias de la Tierra, manejando gran cantidad de información con características geográficas como son las imágenes satelitales, tenemos la responsabilidad de hacerla llegar a los usuarios, abreviando el tiempo de entrega, resolviendo la problemática de cómo organizarla, administrarla y distribuirla con prontitud y eficacia.

HIPÓTESIS

Es posible llevar a cabo un procedimiento de extracción de la información geográfica almacenada en las imágenes de la **B.D.-ERMEXS** para desplegarla por medio de una vista rápida en formato .JPG, con resolución de 500 x 500 DPI para analizarlas, visual, espacial y temporalmente por medio de un Sistema de Información Geográfica.

OBJETIVO PRINCIPAL

Desarrollar un procedimiento para resolver la problemática de extraer de la **B.D.-ERMEXS**, los datos geográficos necesarios para elaborar a partir de ellos, una representación espacial- temporal-visual de todas y cada una de las imágenes satelitales que componen el acervo histórico de la Estación.

OBJETIVOS PARTICULARES

Desarrollar un procedimiento que asegure que las imágenes que se envían a los servidores de almacenamiento o producción, son las adecuadas, para que a la vez se disminuyan los tiempos de entrega.

Llevar a cabo la estructuración del esquema de parámetros de búsqueda para dar cabal cumplimiento a las "sentencias geográficas" específicas, para realizar consultas a la **B.D.-ERMEXS**.

Explicar la metodología seguida para lograr la representación espacial-temporal - visual de las vistas rápidas en el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.

Un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD), consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a los mismos (Alonso, 2010), permitiendo el almacenamiento, manipulación y consulta de información organizada en uno o varios ficheros, donde el objetivo principal es permitir consultas complejas, de múltiples usuarios, garantizando la integridad y seguridad de los datos.

Hoy en día existen dos grandes modelos, las B.D. relacionales y el modelo orientado a objetos, el primero es el más utilizado; es básicamente un conjunto de tablas, formado por filas (registros) que representan cada uno de los objetos descritos en la tabla, y las

columnas (campos) son los atributos, que comparten alguna característica entre ellas, para establecer las relaciones que pueden ser de tres tipos: relaciones uno a uno, uno a varios o de varios a varios que admiten consultas complejas, todo esto a través del lenguaje de Consultas SQL (Lenguaje Estructurado de Consultas), que se ha convertido en un estándar para este tipo de bases de datos.

Al vincularse las bases de datos espacial y temática por medio de una consulta SQL, se obtiene una o varias entidades espaciales como respuesta, por lo que lo más habitual es utilizar el SGBM (Sistema de Gestión de Bases de Datos), para almacenar la información temática y el Sistema de Información Geográfica para la información topológica (Alonso, 2010).

METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos del presente trabajo, se detallarán las aplicaciones desarrolladas en la ERMEXS, para la generación de vistas rápidas de imágenes satelitales Spot, de 500 x 500 DPI, para representación espacial-visual- temporal, a través de un Sistema de Información Geográfica.

1.- Una vez que la telemetría se ha adquirido, ésta es almacenada localmente (ORACLE 8i 8.1.7.) inmediatamente inventariada, actualizando el catálogo local. Los archivos GERALD (nativos del sistema TS5, son mostrados como miniaturas) guardados con información descriptiva donde se muestra el área de interés en un mapa, una lista con los datos geográficos y una vista rápida de 500 x 500 DPI.

2.- La información almacenada está en varias tablas, pero principalmente hay tres que son las que tienen la información de índole geográfica: *Desc pass* almacena los datos relativos a la geometría del satélite, es decir, todo lo que tiene que ver con los parámetros de programación, del pase, misión, etc., *Desc scene* guarda la información de las imágenes sin ningún procesamiento y *Desc segment_tmcu*, que tiene los datos de todas y cada una de las

imágenes existentes en el acervo, que han sido sometidas a algún procesamiento, aquí se estructura el identificador que asigna el sistema, lo que hace que sean únicas. Las anteriores tablas son las que básicamente conforman la **B.D.-ERMEXS**.

3.- Para el manejo de la **BD-ERMEXS**, fue necesario diseñar dos aplicaciones dentro de Oracle, que se llaman *ora_817* y *ermexsp* (Hernández, 2007), ambas son unas interfaces (consultas estructuradas), que nos permiten tener acceso a la BD, dichas aplicaciones se encuentran localizadas físicamente en el servidor de producción 1.

4.- Se ejecutan consultas a través de *ora_817* a las **BD-ERMEXS** que permitan extraer la información necesaria de las imágenes que cumplen con las características que se requieren para cada solicitud en específico, y posteriormente, se mandan al Sistema de Información Geográfica, para su visualización en el espacio-tiempo.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SATÉLITES DE LA CONSTELACIÓN SPOT.

1.1 Funcionamiento de los Satélites de la Constelación Spot.

Los satélites de la Constelación, Spot (Sistema para la Observación de la Tierra) fueron diseñados en Francia por el **CNES** y desarrollados en colaboración con Bélgica y Suecia. Desde 1986 y hasta la fecha, se han puesto en órbita cinco satélites, de los cuales están en operación dos: Spot4 y Spot5 y es necesario mencionar que en la actualidad se prepara el lanzamiento del Spot6 para 2012 y el Spot7 en el 2013.

La organización y administración de la constelación se lleva a cabo de manera conjunta por dos entidades: el **CNES**, que es el responsable de todas las fases de operación de los satélites, como son: puesta en órbita, mantenimiento y control del satélite y por otro lado, la Compañía Spot Image, que se encarga de la programación del esquema de funcionamiento diario del satélite, es decir, de la programación de las adquisiciones de imágenes.

El Centro de Control y Operación (CCO) de los satélites, está bajo la responsabilidad del **CNES** gracias a las estaciones de telemedición y telecomando de la red (TT&C) que funcionan a frecuencias de portadora de 2 GHz (banda S). Las principales estaciones de la red se encuentran ubicadas en Issus- Aussagel, cerca de Toulouse, Francia y en Kiruna, al norte de Suecia (*Spot Image, 2008*).

El **Sistema de Calidad de Imagen (QIS)**, también manejado por el **CNES**, está principalmente a cargo del seguimiento de la calidad de las imágenes tomadas por los instrumentos de los satélites Spot, también elabora y actualiza regularmente los parámetros de procesamiento utilizados por el **Centro de Archivo y Preprocesamiento (CAP)** y por las estaciones de recepción directa, para corregir las distorsiones instrumentales de las imágenes. (*Spot Image, 2009*). Algunas de las correcciones que se aplican, se refiere a los procesos matemáticos (aplicación de algoritmos) que se realizan en tierra, para sustituir píxeles dañados en el sensor, por ejemplo.

En el **Centro de Programación (CPR)**, ubicado en las instalaciones de Spot Image, se procesan las solicitudes de toma de imágenes encargados por las estaciones de recepción directa; realiza los estudios de factibilidad teniendo en cuenta los posibles conflictos de adquisición y las condiciones climáticas de las zonas a observar, de esta manera, prepara el plan de programación de los satélites; con base en un plan que se elabora para la adquisición de imágenes para las próximas 24 horas. También considera a aquellas estaciones de recepción directa, que desean recibir de manera inmediata las imágenes, evalúa las limitaciones técnicas vinculadas al sistema, así como también las previsiones de la cobertura de nubes a nivel mundial durante el día, esta información es proporcionada e interpretada por el servicio Meteorológico francés.

Después de la adquisición de 120 escenas de 60 x 60 km. éstas son transmitidas, directamente al **CAP**, este procesa los datos recibidos, cumpliendo un doble papel: el de crear un archivo sistemático y el de elaborar aquellos productos de imágenes utilizables. El primer paso consiste en localizar las líneas de imágenes barridas por cada instrumento y luego cortar en escenas de 60 x 60 km. evaluando la calidad de cada escena. Los factores a analizar son: nubes, nieve y calidad radiométrica, esta información y las imágenes rápidas de control (quick looks) correspondientes, se incorporan al catálogo **DALI**. Dicho sea de paso, esta base de datos se alimenta no sólo con la información que se recibe en la estación

de Toulouse, sino también con la de Kiruna, en Suecia y con las estaciones de recepción directa repartidas por todo el mundo. Es posible consultar este catálogo en el sitio Web con ayuda de una aplicación denominada SIRIUS, que permite buscar y acceder a los productos (*Spot Image, 2008*). Posteriormente, como segundo paso de este proceso, los datos recibidos se ponen en la forma de archivos digitales que se guardan en módulos de almacenamiento robotizados desde donde pueden extraerse, para realizar un procesamiento posterior. En la elaboración de productos de imágenes se transforman los datos archivados, en productos Spot estándar; disponibles en diferentes soportes o se envían directamente por Internet al cliente final.

1.2. Características de los Satélites de la Constelación Spot.

Cada uno de los satélites (Spot4 y Spot5) que actualmente están en funcionamiento, tienen dos instrumentos ópticos idénticos para captura de datos y un sistema de transmisión de imágenes hacia las estaciones de recepción, además, el satélite Spot5 transporta un instrumento conocido como HRS (Alta resolución estereoscópica), que consiste de dos telescopios: uno apuntando hacia adelante y otro hacia atrás, con respecto a la vertical del satélite, para la adquisición simultánea de pares estereoscópicos en un corredor de 120km de ancho (que corresponde a la escena observada centrada en la traza del satélite), con un intervalo de adquisición entre cada imagen de 90 segundos a lo largo de la órbita, y con un ángulo de visión de los telescopios de $\pm 20^\circ$.

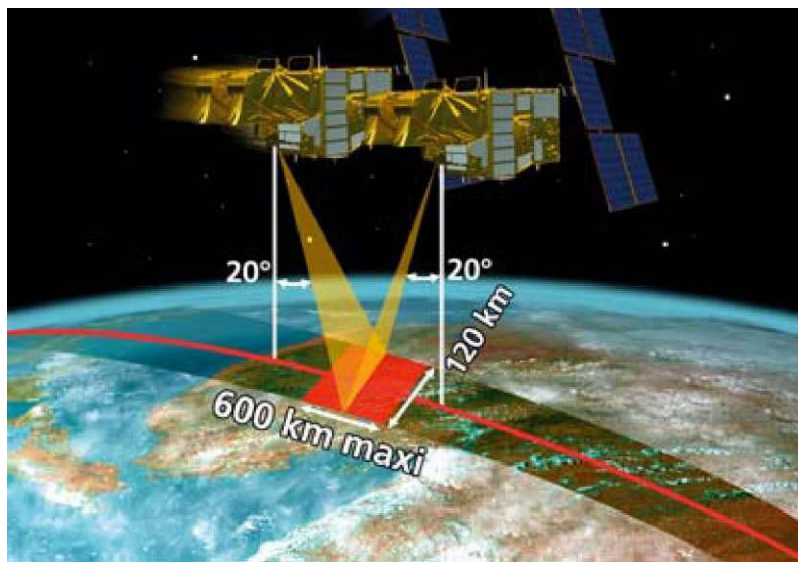


Figura 1.1. Satélite Spot5

Los instrumentos ópticos de Alta resolución en el visible e infrarrojo (HRVIR) en el Spot4 y Alta resolución geométrica (HRG) en el Spot5; pueden efectuar observaciones oblicuas, de hasta $\pm 27^\circ$ de la vertical del satélite. Cada instrumento puede adquirir de manera indistinta en modo pancromático o multiespectral pudiendo funcionar también de manera independiente o simultánea. (*Spot Image, 2009*)

Por otro lado, los instrumentos *Vegetation* abordo del Spot4 (*Vegetation 1*) y en Spot5 (*Vegetation 2*) son dispositivos de observación terrestre de campo amplio (2,250 km de ancho con una resolución espacial hasta de 1 km) y una alta resolución radiométrica. Utilizan las mismas bandas espectrales que el instrumento de alta resolución HRVIR / HRG (B2, B3 y MIR), a las que se les agrega una banda experimental B0 (0,43-0,47 μm) para las aplicaciones oceanográficas y para efectuar las correcciones atmosféricas en las imágenes.

En el satélite Spot4, la capacidad de cada uno de los dos registradores abordo es de 22 a 40 minutos y una memoria de alrededor de 10 Gb. que mejora la calidad del registro a bordo, y en el Spot5, hay una memoria de estado sólido de 90 Gb. Lo que permite un registro de hasta 200 escenas, mejorando sustancialmente la capacidad de almacenamiento de su antecesor.

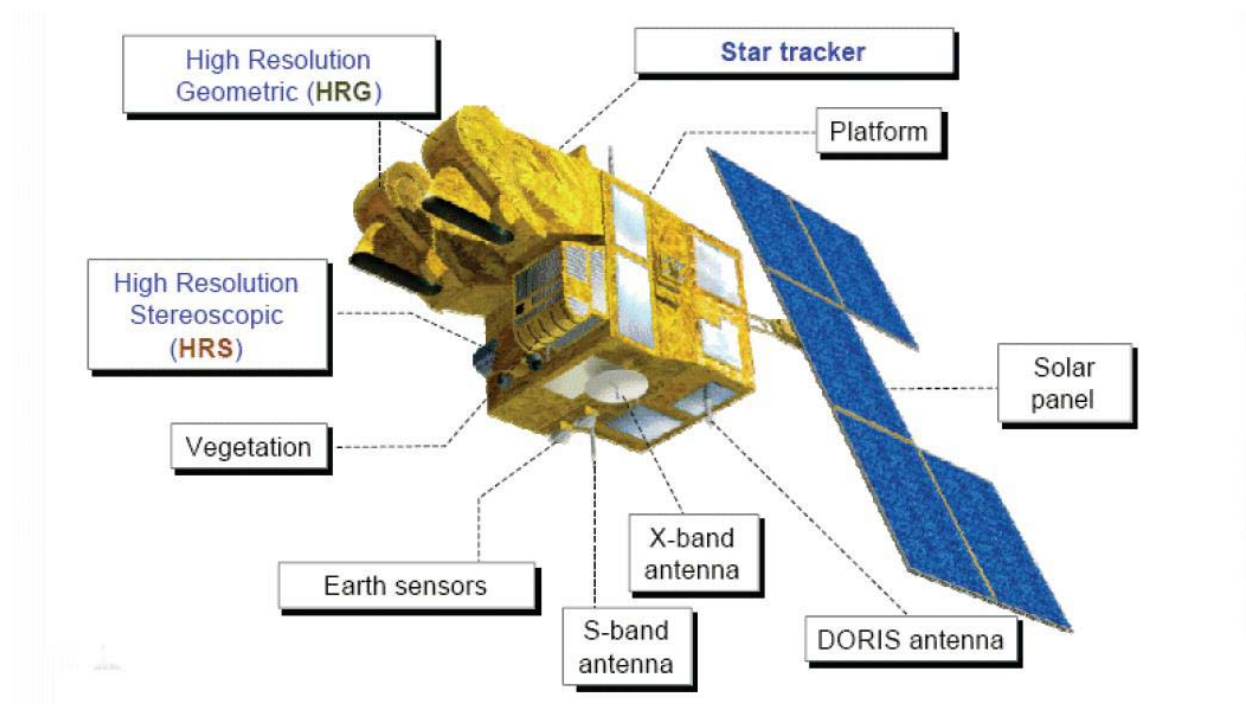


Figura 1.2. Instrumentos abordo de los Satélites Spot4 y Spot5

La antena **DORIS (Determinación de Órbita y Radioposicionamiento Integrado por Satélite)**, permite establecer, después de un cálculo en tierra, la posición del satélite con

una precisión del orden de 10 cm. En Spot4, un software complementario a bordo (experiencia Diode) determina en tiempo real, con exactitud de unas pocas decenas de metros, la posición del satélite con ayuda de la información suministrada por Doris.

En Spot5, el instrumento DORIS está acoplado con el **sensor estelar** dando una precisión absoluta de localización mejor que 15 m, sin necesidad de puntos de apoyo. (*Spot Image, 2009*)

1.3. Adquisición de imágenes de los Satélites de la Constelación Spot.

Las posibilidades de observación oblicua de los Satélites de la Constelación Spot, permiten la adquisición de escenas en una línea de 900 kilómetros, lo que aumenta la frecuencia de observación de un mismo punto sobre la tierra, en el curso de un mismo ciclo. Esta frecuencia varía en función de la latitud: en el ecuador, la misma región puede ser observada 7 veces durante los 26 días del ciclo orbital. A una latitud de 45°, una región puede ser observada 11 veces durante un ciclo orbital, es decir 157 veces por año, lo que corresponde a un promedio de 2.4 días, con un intervalo que se ubica en un máximo de 4 días y un mínimo de 1 día (CNES, 1991). La repetitividad aumenta considerablemente: el 95 % de la superficie de la Tierra puede ser observada enteramente por uno de los dos satélites Spot.

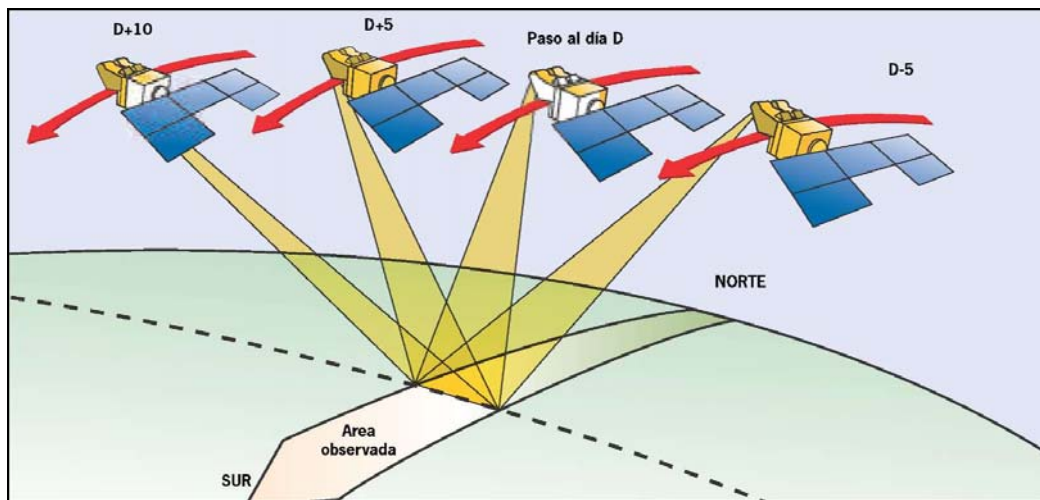


Figura 1.3. La visión lateral permite una revisita cada 5 días de los Satélites Spot

La transmisión de datos a la tierra puede ser inmediata si el satélite es visible desde una estación de recepción, o diferida, luego del almacenamiento a bordo. En tanto que se hace la adquisición, se pueden presentar algunos casos:

El satélite es visible desde una Estación de Recepción Directa (SRD), y las imágenes pueden ser enviadas en tiempo real a esta estación si así ha sido programado. El satélite no es visible desde una estación, se llevan a cabo las adquisiciones programadas y las

imágenes se almacenan en las memorias abordo, o el satélite es visible desde una estación de recepción principal Kiruna o Toulouse, puede entonces, según la programación, enviar los datos directos en tiempo real, o reenviar los datos registrados en el curso de las revoluciones orbitales precedentes; el resto del tiempo, el satélite está a la espera de las tomas de imágenes siguiendo las instrucciones del **CCO** del **CNES**.

1.4. Órbitas y características de las imágenes de los Satélites de la Constelación Spot

Los satélites de la Constelación Spot están colocados a una altura de 832 km., en una órbita polar con una inclinación del plano de 98° , viajando en dirección Norte-Sur, lo que junto con la rotación de la Tierra (en el sentido Este-Oeste), le permite al satélite sobrevolar el planeta en su totalidad en el transcurso de un ciclo de 26 días. Al mismo tiempo también, tienen una órbita heliosincrónica, de tal manera que cubren cada área del mundo en un tiempo local constante del día solar.

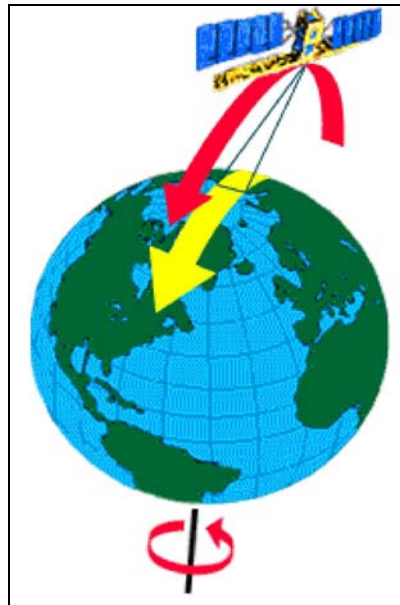


Figura 1.4. Órbitas de los Satélites Spot

Como cada satélite Spot observa una zona de la superficie terrestre cada 26 días, durante este tiempo recorre 369 órbitas o revoluciones en la tierra, al día se recorren $14 + \frac{5}{26}$; el tiempo que tarda en recorrerla totalmente es de 101.4 minutos, y la distancia que avanza para empezar a hacer tomas en otra órbita es de 2,823.6 KM. (*Spot Image, 2008*)

CARACTERÍSTICAS DE LA ÓRBITA DE LA CONSTELACIÓN DE SATÉLITES SPOT	
Altitud en el Ecuador	832 KM.
Periodo	26 días
Revoluciones por día	14 + 5/26
Cantidad de órbitas referenciadas sobre la Tierra	369
Tiempo entre órbitas descendentes consecutivas	101.4 minutos
Distancia entre órbitas descendentes consecutivas sobre el Ecuador	2,823.6 KM

Cuadro 1.1. Características de la órbita de los Satélites Spot

Actualmente, en la ERMEXS se están adquiriendo imágenes de los satélites Spot4 y Spot5 en donde se reciben imágenes pancromáticas 2.5, 5 y 10 m y multiespectrales de 10 y 20 m, aplicándose tres niveles de procesamiento, según los requerimientos que se tengan. Los niveles de procesamiento implican que en el primero (1A) se lleven a cabo correcciones radiométricas, es decir, la aplicación de algoritmos necesarios para la calibración de las imágenes contrarrestando el efecto que sufren al atravesar la atmósfera terrestre; el segundo (1B), involucra el proceso anterior más las correcciones geométricas, donde se compensan las distorsiones internas causadas por las condiciones de adquisición de las mismas y el último nivel (2A), involucra los dos anteriores, más la generación de una proyección cartográfica, que es la UTM.

Sensores	Espectro electromagnético	Tamaño píxel	Rango espectral	Nivel de procesamiento
Spot 5	Pancromatico	2.5 y 5 m	1.48 - 0.71 μm	1A: Correcciones radiométricas
	B1 : verde	10 m	0.50 - 0.59 μm	
	B2 : rojo	10 m	0.61 - 0.68 μm	1B: Correcciones radiométricas + correcciones geométricas
	B3 : Infrarrojo	10 m	0.78 - 0.89 μm	
B4 : Infrarrojo medio (MIR)	20 m	1.58 - 1.75 μm	2A: Correcciones radiométricas + correcciones geométricas + proyección cartográfica.	

Cuadro 1.2. Características de las imágenes de los Satélites Spot

Todos estos productos son distribuidos por la ERMEXS a los gestores que están registrados y continúan con vigencia, sólo es necesario hacer la solicitud en el módulo correspondiente, y dar una breve explicación y/o justificación del proyecto para el que se van a utilizar y con eso es suficiente para recibir las imágenes en las condiciones pedidas por el solicitante.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN DE RECEPCIÓN MÉXICO DE LA CONSTELACIÓN DE SPOT.

2.1. SDR: Estación de Recepción Directa de la Constelación Spot

Las dos estaciones de recepción principales de la Constelación Spot se encuentran en Toulouse (Francia) y Kiruna (Suecia), conformando la parte principal de la red de estaciones de recepción asociadas, que se encuentran distribuidas por todo el mundo. Cuando un satélite se encuentra sobre la zona de recepción de las dos estaciones principales, transmite de manera directa a cualquiera de éstas las imágenes tomadas y también las que se almacenaron previamente en la memoria de a bordo, almacenando de esta forma las imágenes de todas partes del mundo.

Las **SRD** reciben únicamente la telemetría en directo de su círculo de visibilidad, que tiene un radio de influencia de 2,500 Km. Cada SRD administra la información en su propia zona de recepción, y también especifica las condiciones de adquisición que desea, dialogando directamente con el **Centro de Misión (FAS)** de Spot Image, todo esto en función del tipo de tareas que se tienen que efectuar atendiendo a las solicitudes de imágenes.

Para las **SDR** que reciben la telemetría del satélite de Spot5, ésta es codificada para protección contra las escuchas ilegales, esto implica necesariamente la provisión de las claves de decodificación por Spot Image (*Spot Image, 2008*). En el mundo hay 42 **SDR** de Spot y algunas de ellas son también, distribuidoras de imágenes satelitales en su propio territorio.



Figura 2.1. Estaciones de Recepción Directa de los Satélites Spot en el Mundo.

2.2 ERMEXS (Estación de Recepción México de la constelación Spot): Una SDR de la Constelación Spot.

En el mes de mayo del 2003, se definió, la participación entre la **Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)** a través de **ASERCA** y la **Secretaría de Marina (SEMAR)**, lo que sería la participación que tendría cada una ellas en el manejo de una estación de recepción de imágenes Spot. La SEMAR participaría con las instalaciones para alojar a la **ERMEXS**, además de la seguridad, el mobiliario, los servicios, un administrador de sistemas, un operador de Estación de Recepción Directa de Imágenes de Satélite y un área denominada **Área de Atención a Usuarios de la ERMEXS**, que se encargaría de la distribución de las imágenes de satélite a las dependencias autorizadas. Por su parte, **ASERCA** se encargaría de la firma con la empresa francesa Spot Image de un convenio para la compra de un sistema **TS5**, que es una antena para la recepción de imágenes y telemetría de la constelación de satélite SPOT, con el respectivo contrato por un año a partir de 2003, la adquisición del hardware, software y la designación de un encargado del proyecto. Durante esta etapa, se invitó a participar al **Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI)**, quien accedió a designar a dos especialistas para operación de la estación, y aportar toda su experiencia en el quehacer de la Geografía, en el uso de imágenes de los satélites Spot y de otros satélites.

Actualmente, el equipo de trabajo consistente en un encargado de la Dirección, un asesor de proyectos especiales, un administrador de sistemas, y seis especialistas en operación de estación de recepción directa.

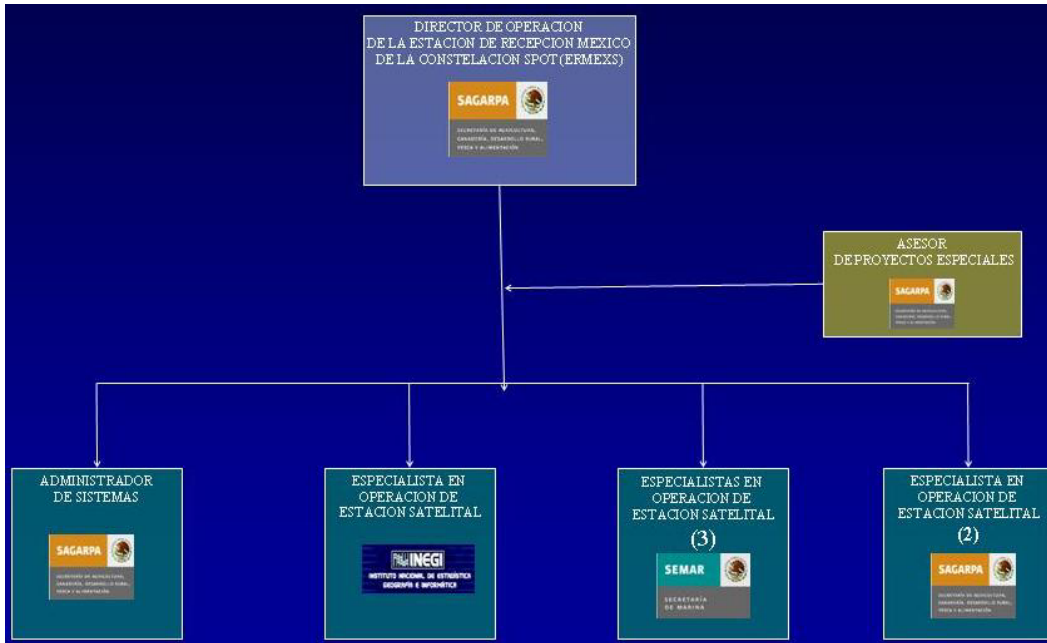


Figura 2.2. Organigrama de la ERMEXS.

La **ERMEXS** tiene una **SDR ELS** (Easy Link to Spot) que está constituida por una terminal **TS5** que permite archivar y procesar toda la telemetría en servidores in situ. La antena consiste de una estructura parabólica de 3.4 m. de diámetro del tipo Cassegrain construida en dos mitades, tiene una portadora en banda X con bajo nivel de ruido, un sub-reflector sujeto al plato con 4 varillas con un eje x-y de tipo pedestal (*Spot Image, 2008*). La antena recibe en la banda X la señal de la telemetría y hace una amplificación de esta para empezar la sincronización con el satélite, el pedestal permite un seguimiento uniforme de los pases por el horizonte sin necesidad de una inclinación, ayudada por un motor que tiene fijo sobre la estructura de apoyo y fuera de la zona de movimiento de la misma.



Figura 2.3. Antena de Recepción de la ERMEXS.

Las funciones básicas que realiza el TS5 son:

Programación: La programación de los satélites Spot se realiza a través del **Sistema Integral de Programación (SIP)**. El usuario define las áreas de interés y el **TS5** permite confirmar y reservar los pases del satélite propuestos por Spot Image, a través del sitio WEB: <http://prm.spotimage.fr:8080/PRM/servlet/com.cgey.prm.gui.PRM>. Continúa el diálogo, el **TS5** acepta o modifica los pases propuestos, y es enviada la aceptación final donde se confirma, reserva y/o modifica lo sugerido por Spot Image.

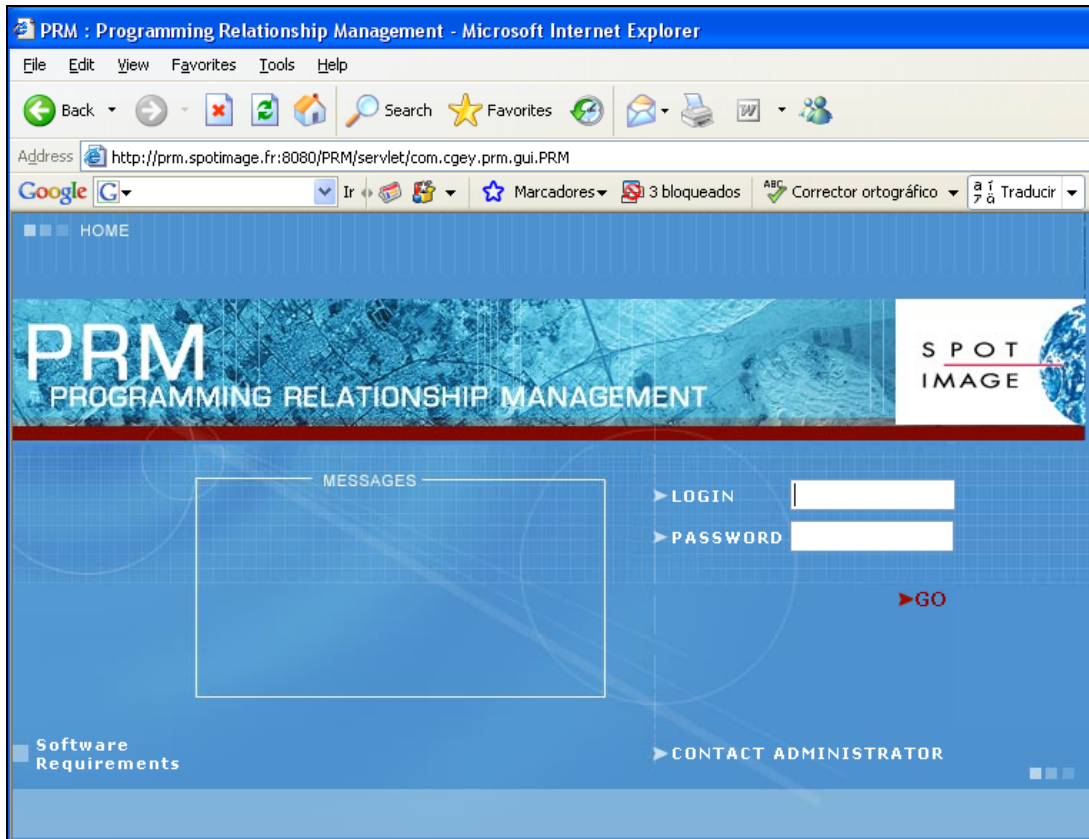


Figura 2.4. Sitio WEB, para las programaciones con Satélites Spot.

Adquisición: La adquisición es activada automáticamente después de recibir el archivo PASSAGES, el TS5 conecta los demuladores a la antena y permite la supervisión de la adquisición con la estación de trabajo "MWD" (Moving Window Display).

Actualización de la Base de datos: Después de la adquisición de la información, se actualiza la base de datos, haciendo una preparación para enviarla a Spot Image.

Inventario: El TS5, actualiza los inventarios de los datos recibidos, los estructura y de manera sistemática envía la información a Spot Image.

Actualización del catálogo de Spot Image: Ésta abarca un gran volumen de datos, una actualización parcial se da inmediatamente después de que el TS5 manda el inventario al

término de la adquisición de la telemetría, y posteriormente el Administrador del Sistema envía semanalmente la información completa vía red interna.

Almacenamiento: El **TS5** almacena los archivos de los datos de Spot recibidos (telemetría).

Catálogo local: El **TS5**, esta equipado con un catálogo local, el que se actualiza con los datos descriptivos y vistas rápidas de las imágenes, después de que el inventario de la telemetría fue adquirido, permitiendo su visualización.

Producción: Esta etapa se efectúa cuando las imágenes ya recibidas y verificadas en el catálogo, son preparadas para procesarse en los diferentes niveles.

2.3. Características y funcionamiento del Hardware del Sistema de Recepción de la ERMEXS.

El hardware del **TS5** consiste en:

Dos demoduladores

Un servidor de adquisición

Un descifrador

Dos servidores de procesamiento

Un robot Scalar 100, con capacidad de manejar 24 cintas magnéticas AIT2 de 50 Gb cada una.

2 impresoras

4 estaciones de trabajo.

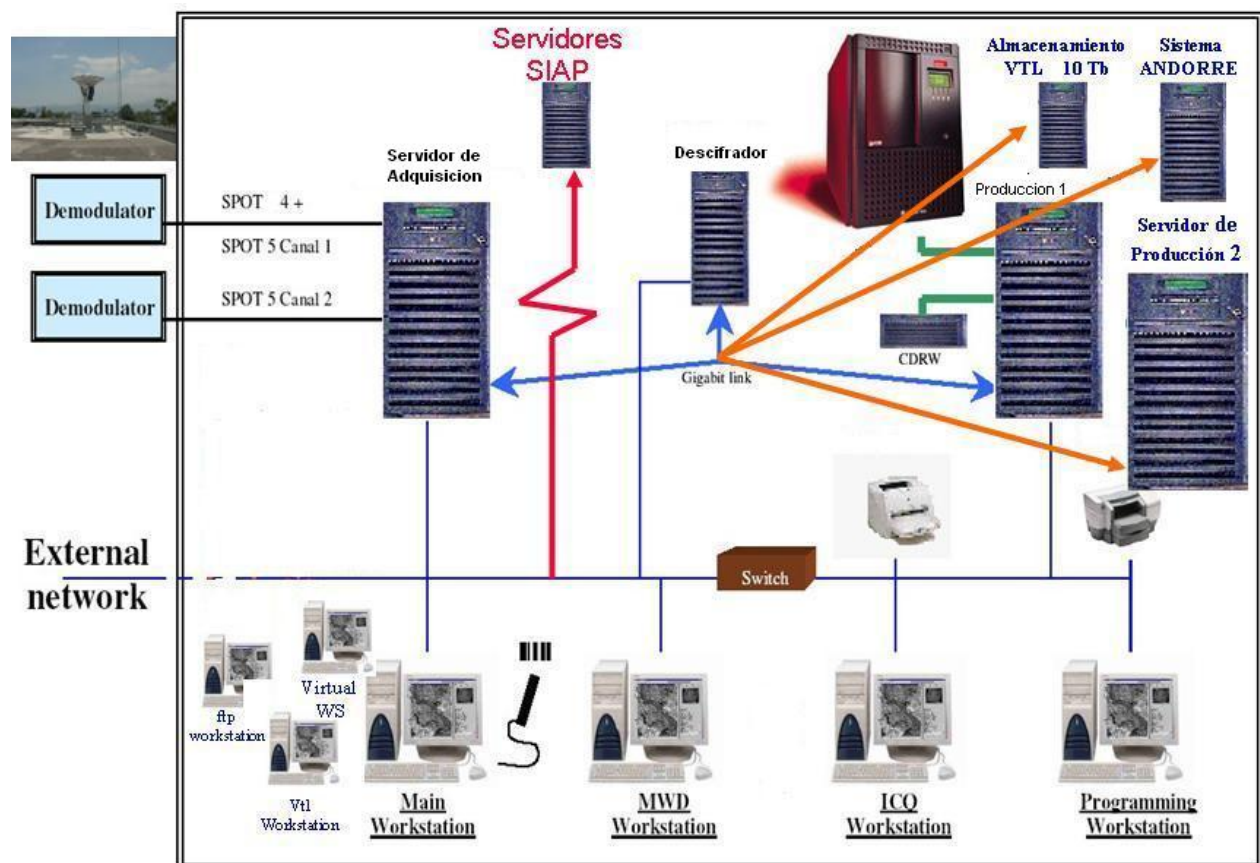


Figura 2.5. Estructura de hardware de la ERMEXS.

El proceso de recepción de imágenes empieza cuando el satélite inicia su recorrido siguiendo una órbita norte-sur, que junto con la rotación de la tierra (oeste-este) le permite "ver" una cierta porción o franja de la superficie. Al recorrer una zona que ha sido previamente programada y avanzando a una velocidad de 6 Km./seg. Va adquiriendo las imágenes. Al pasar a una distancia de 2,500 Km. de la estación de recepción, la antena se prepara y comienza a girar para sincronizarse con el paso del satélite, entonces la antena envía la señal a los demoduladores y se inicia la recepción de la información satelital, que es depositada en el servidor de adquisición, por medio de la estación de trabajo "MAIN". Dicha información también es visualizada en tiempo real, en la estación de trabajo "MDW" y se inicia la actualización tanto de la B.D. como de los inventarios, para ser enviados a Spot Image.

Posteriormente la información pasa al descifrador donde es decodificada y convertida ya en archivos de telemetría cruda, la cual es almacenada en cintas [AIT2 - 420 - 20 TBytes](#) con capacidad de 50 GB. , las cuales son administradas en el Robot Scalar 100.

A continuación estando ya la telemetría almacenada, se pasa al servidor de producción en el cual se depositan las imágenes que fueron procesadas en los diferentes niveles 1A, 1B, 2A (corrección radiométrica, corrección geométrica y proyección cartográfica) según las necesidades de los gestores y con la estación de trabajo "ICQ" (**Image Quality Control**) se realiza el control de calidad que consiste en una revisión radiométrica y visual en un software especializado que permite la verificación de los histogramas de todas y cada una de las imágenes procesadas en una pantalla de alta resolución, en la cual se verifica si hay píxeles dañados.

Derivado de un problema de saturación del sistema **TS5** para el procesamiento de imágenes SPOT, en el mes de marzo del 2008 se adquirió un segundo servidor de producción con capacidad para procesar diariamente más de 25 Imágenes pancromáticas de resolución

2.5m nivel de procesamiento 2A, contra las 10 que se podían procesar con el servidor anterior.

El segundo servidor de producción es el modelo DS25 con 2 procesadores de 1Ghz cada uno, 4 GB de memoria RAM, 432 GB (en 6 discos SCSI de 72 GB c/u) que en condiciones normales de operación, se dedica al procesamiento de imágenes pancromáticas con resolución de 2.5m. *(Hernández, 2007).*

Después del procesamiento de las imágenes sigue su almacenamiento para, conservación y creación del acervo histórico de la estación. Esto se lleva a cabo a través de 3 *autoloaders* con capacidad para manejar cada uno hasta 10 cintas magnéticas del tipo DDS-3 (24Gb), DDS-4 (45Gb) y DDS-72 (72Gb) a una velocidad de lectura o grabación de 21 mb/seg., actualmente se tienen en la ERMEXS del orden de 1130 cintas de este tipo.



Figura 2.6. Autoloader. Medio de almacenamiento.

La última estación de trabajo "**PROGRAMING**", como su nombre lo indica: es donde se hacen las programaciones de zonas del territorio nacional que serán captadas por el satélite, con especificaciones muy precisas establecidas por los gestores para apoyar el desarrollo de proyectos en concreto.

Por otra parte, el último modulo agregado recientemente, es el **ANDORRE** por sus siglas en francés **Atelier Numérique D'ORTHoREctification**; es una herramienta de Ortorectificación automática de imágenes satelitales de Spot Image, que es una

alternativa al **TS5**, utilizándose en algunas imágenes que se requieren ortorectificar o fusionar, con este modulo, el primer proceso tarda alrededor de 2 horas y el último 1.5 horas aproximadamente, también tiene su propio servidor de almacenamiento.

2.4. Características y funcionamiento del software del Sistema de Recepción de la ERMEXS.

En esta sección se hace una breve descripción del software que la TS5 ocupa para realizar sus actividades diarias:

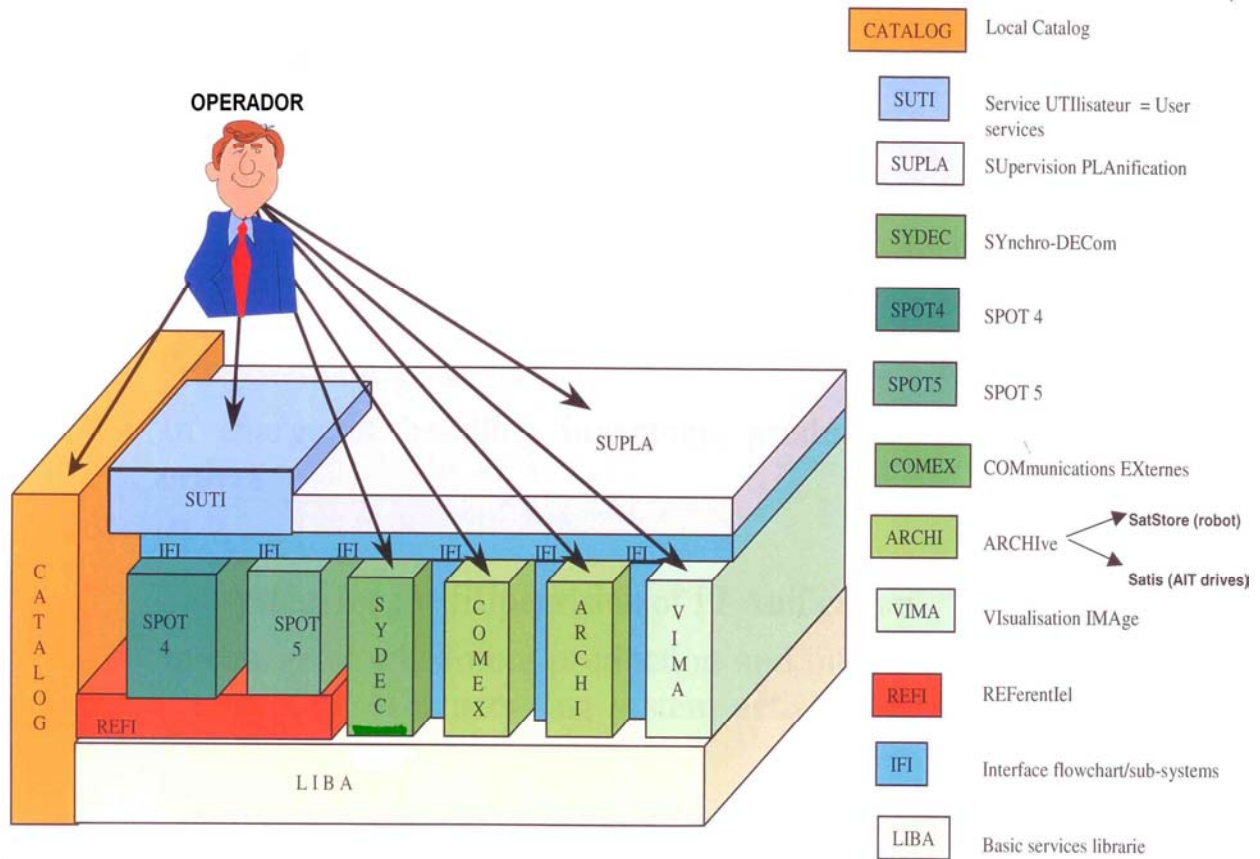


Figura 2.7. Estructura de hardware de la ERMEXS.

CATALOG

Es el subsistema para el manejo del Catálogo local. Se encarga de la gestión y consulta del mismo, y el envío de las actualizaciones al Catálogo de Spot Image.

SUTI

Es el subsistema del Servicio al Usuario. Se encarga del manejo del inventario, la producción y las especificaciones técnicas para el procesamiento de las imágenes a diferentes niveles, así como las operaciones necesarios para detener el sistema cuando sea necesario.

SUPLA

Es el subsistema para la **S**upervisión y **P**lanificación. Es una interfaz gráfica que permite monitorear y controlar la producción, el sistema en general y sus recursos, por el administrador.

SYDEC

Es el subsistema para la **S**incronización y la **D**econmutación. Se encarga de la sincronización, desconexión y decodificación de la telemetría de los satélites Spot 4 y 5.

SPOT4

Es el subsistema del satélite SPOT4. Se encarga de la recepción de los archivos originales y las operaciones de producción usando el subsistema SYDEC.

SPOT5

Es el subsistema del satélite SPOT5. Se encarga de la recepción de los archivos originales y las operaciones de producción usando el subsistema SYDEC.

COMEX

Es el subsistema de **C**omunicación **e**xterna. Se encarga de la grabación externa de los datos, usando la red, un CDROM u otro medio, para enviarlos hacia el servidor de almacenamiento.

ARCHI

Es el Subsistema de almacenamiento. (Robot -Sastore o Satis) Se encarga de almacenar la telemetría en crudo en el Robot.

VIMA

Subsistema de **V**isualización de **im**ágenes. Se encarga de controlar y verificar el control de calidad de las imágenes procesadas.

REFI

Subsistema de referencia. Se encarga de la configuración y manejo de la base de datos de SPOT.

IFI

Es la interfaz de comunicación. Se encarga de hacer el enlace entre los diferentes subsistemas, asegurando la comunicación constante entre todos ellos.

LIBA

Librería de los Servicios **B**ásicos. Esta a cargo de los subsistemas que proporcionan servicios básicos y en específico, se encarga de la atención de los errores que se llegan a presentar en el sistema y la producción en general.

EL SISTEMA DE GESTION DE BASES DE DATOS (SGBD) ORACLE Y LA BD-ERMEXS

Un SGBD consta de una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a los mismos (Alonso, 2010). En el desarrollo de las tecnologías ligadas a los SIG una de las tendencias más claras es el papel, cada vez mas importante que tiene el uso de los SGBD para la gestión los datos temáticos como apoyo al SIG. En un principio se utilizaron para guardar los atributos temáticos asociados a un conjunto de entidades espaciales almacenadas en formato vectorial, hoy en día se están empezando a manipular además para el almacenamiento de la información geométrica (coordenadas) de las entidades espaciales.

3.1. La estructura del SGBD Oracle y la BD-ERMEXS

Como ya se mencionó, la telemetría es almacenada localmente (ORACLE 8i 8.1.7.) inmediatamente inventariada, actualizando el catálogo local, y simultáneamente por la red, el de Spot Image. Los archivos que se almacenan están en un formato llamado GERALD: que los muestra como miniaturas (hace el corte de las imágenes a 60 * 60 Km.) y datos descriptivos: se muestra el área cubierta en un mapa, una lista con los datos y una vista rápida de 500 x 500 DPI.

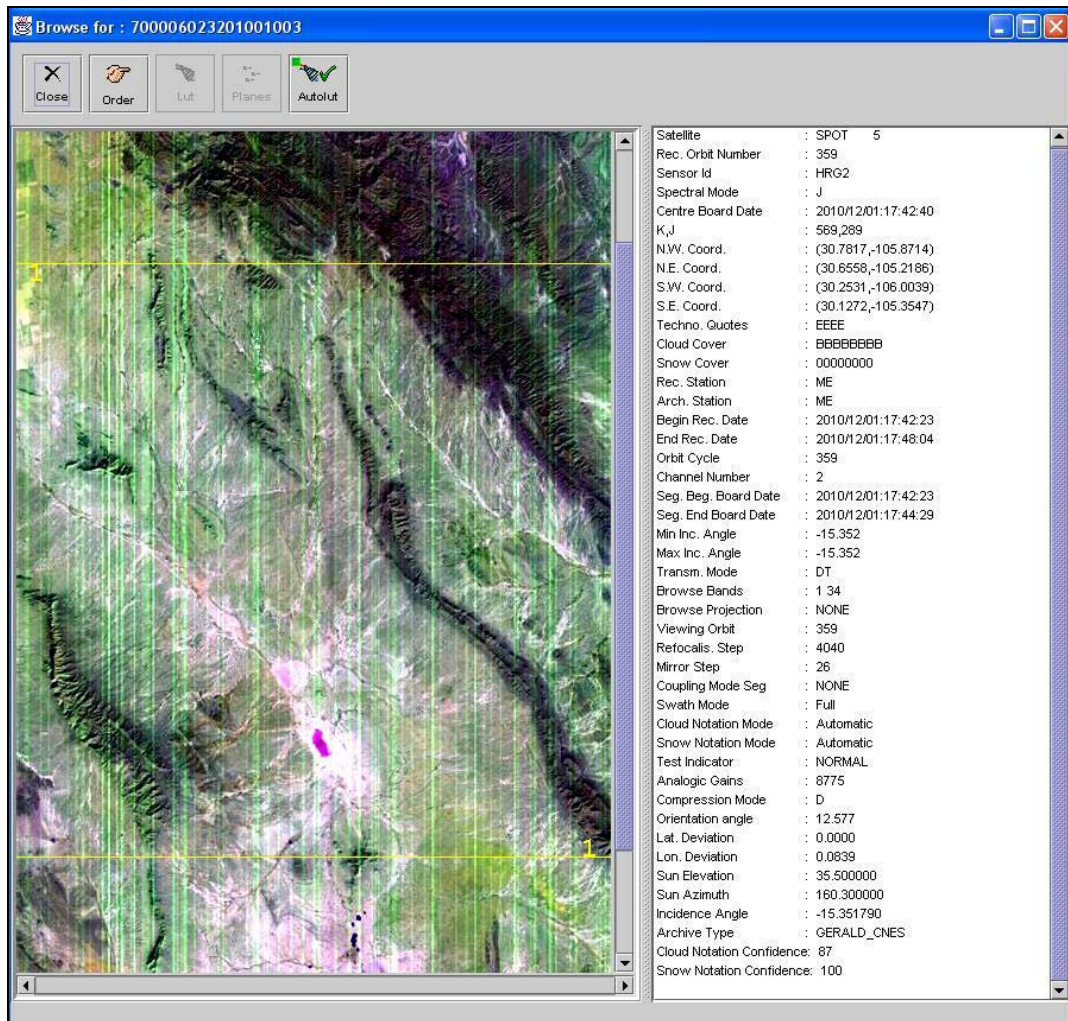


Figura 3.1. Vista rápida del catalogo local.

En este paso las imágenes ya recibidas son mandadas a procesar en los niveles que se requieran, creando una nueva referencia, almacenándose en la SGBD- Oracle. Hay tres tablas principales que son las que tienen la información de índole geográfica:

1. - **Desc pass.** Esta tabla almacena la "geometría" del satélite ya que tienen que ver con la programación del pase, como la órbita, pase, misión, hora en que empieza, termina, etc.

Name	Null?	Type
MEDIUM	NOT NULL	CHAR(10)
PASS_RANK	NOT NULL	NUMBER(38)
MISSION	NOT NULL	CHAR(11)
SAT_IDT	NOT NULL	CHAR(8)
RECEIVING_STATION_IDT	NOT NULL	NUMBER(38)
ARCHIVING_STATION_IDT	NOT NULL	NUMBER(38)
BEGIN_RECEIVING_DATE	NOT NULL	DATE
END_RECEIVING_DATE	NOT NULL	DATE
RECEIVING_ORBIT_NUM		NUMBER(38)
ORBIT_CYCLE		NUMBER(38)
REVOLUTION_NUM		NUMBER(38)
IS_SPOT_5		NUMBER(38)

Cuadro 3.1. Tabla Desc pass de SBBD-ORACLE.

2.- **Desc scene.** Esta tabla almacena la información geográfica de las imágenes satelitales, sin ningún procesamiento.

Name	Null?	Type
MEDIUM	NOT NULL	CHAR(10)
PASS_RANK	NOT NULL	NUMBER(38)
SEGMENT_RANK	NOT NULL	NUMBER(38)
SCENE_RANK	NOT NULL	NUMBER(38)
AVAILABLE_BROWSE	NOT NULL	NUMBER(38)
NW_LAT	NOT NULL	NUMBER
NW_LON	NOT NULL	NUMBER
NE_LAT	NOT NULL	NUMBER
NE_LON	NOT NULL	NUMBER
SW_LAT	NOT NULL	NUMBER
SW_LON	NOT NULL	NUMBER
SE_LAT	NOT NULL	NUMBER
SE_LON	NOT NULL	NUMBER
SW_LAT_BOUNDING_BOX	NOT NULL	NUMBER
SW_LON_BOUNDING_BOX	NOT NULL	NUMBER
NE_LAT_BOUNDING_BOX	NOT NULL	NUMBER
NE_LON_BOUNDING_BOX	NOT NULL	NUMBER
BEGIN_RANGE	NOT NULL	NUMBER(38)
END_RANGE	NOT NULL	NUMBER(38)
TECHN_QUOTES	NOT NULL	CHAR(4)
WORST_TECHN_QUOTE	NOT NULL	CHAR(1)
BOARD_DATE	NOT NULL	DATE
CENTRE_BOARD_DATE		DATE
BEGIN_BOARD_DATE		DATE
END_BOARD_DATE		DATE
FRAME_NUM		NUMBER(38)
CLOUD_QUOTES		CHAR(8)
WORST_CLOUD_QUOTE		CHAR(1)
SNOW_QUOTES		CHAR(8)
WORST_SNOW_QUOTE		CHAR(1)
ORIENTATION_ANG		NUMBER
LAT_DEVIATION		NUMBER
LON_DEVIATION		NUMBER
SUN_ELEVATION		NUMBER
SUN_AZIMUTH		NUMBER
NUM_PATH_K		NUMBER(38)
NUM_RAW_J		NUMBER(38)
COUPLING_MODE		CHAR(4)
INCIDENCE_ANG		NUMBER
CENTRE_LAT		NUMBER
CENTRE_LON		NUMBER
BROWSE_BEGIN_LINE		NUMBER(38)
BROWSE_END_LINE		NUMBER(38)
THUMBNAIL_FILE_ID		CHAR(80)
LOWER_BROWSE_FILE_ID		CHAR(80)
UPPER_BROWSE_FILE_ID		CHAR(80)
PARTIAL_SCENE		CHAR(1)
PAN_SUBSCENE_ID		CHAR(1)
NB_BLACKFILL_LINES_ON_TOP		NUMBER(38)
NB_BLACKFILL_LINES_ON_BOTTOM		NUMBER(38)
OFF_NADIR_ANGLE		NUMBER
CLOUD_NOTATION_CONFIDENCE		NUMBER(38)

Cuadro 3.2. Tabla Desc scene de SBBD-ORACLE.

3.- Desc segment_tmcu. En esta tabla se almacena la información geométrica, geográfica, y radiométrica de todas y cada una de las imágenes existentes en el sistema que han sido sometidas a algún procesamiento, aquí se encuentra el identificador que asigna el sistema que hace que sean únicas (catálogo local).

Name	Null?	Type
MEDIUM	NOT NULL	CHAR(10)
PASS_RANK	NOT NULL	NUMBER(38)
SEGMENT_RANK	NOT NULL	NUMBER(38)
NW_LAT	NOT NULL	NUMBER
NW_LON	NOT NULL	NUMBER
NE_LAT	NOT NULL	NUMBER
NE_LON	NOT NULL	NUMBER
SW_LAT	NOT NULL	NUMBER
SW_LON	NOT NULL	NUMBER
SE_LAT	NOT NULL	NUMBER
SE_LON	NOT NULL	NUMBER
CHANNEL_NUM	NOT NULL	NUMBER(38)
INSTRUMENT_ID_T		CHAR(10)
BEGIN_BOARD_DATE	NOT NULL	DATE
END_BOARD_DATE	NOT NULL	DATE
BEGIN_RANGE	NOT NULL	NUMBER(38)
END_RANGE	NOT NULL	NUMBER(38)
MIN_GLOBAL_INCIDENCE_ANG	NOT NULL	NUMBER
MAX_GLOBAL_INCIDENCE_ANG	NOT NULL	NUMBER
ARCHIVE_ID		CHAR(64)
ARCHIVE_TYPE		CHAR(11)
TRANSMISSION_MODE		CHAR(2)
BROWSE_COLUMNS_COUNT		NUMBER(38)
BROWSE_SUBSAMPLE_FACTOR_COL		NUMBER
BROWSE_SUBSAMPLE_FACTOR_LIG		NUMBER
BROWSE_BANDS		CHAR(11)
BROWSE_PROJECTION		CHAR(10)
VIEWING_ORBIT_NUM		NUMBER(38)
REFOCALISATION_STEP		NUMBER(38)
MIRROR_STEP		NUMBER(38)
TEST_INDICATOR		CHAR(1)
ANALOGIC_GAINS		CHAR(5)
INSTRUMENT_MODE		CHAR(10)
COMPRESSION_MODE		CHAR(4)
SEGMENT_QUALITY		NUMBER(38)
BEAM_MODE		CHAR(2)
BEAM_NAME		CHAR(11)
PRE_CALIBRATION_ATTENUATOR		NUMBER
BEGIN_LINE_FIRST_CAL		NUMBER(38)
END_LINE_FIRST_CAL		NUMBER(38)
BEGIN_LINE_SECOND_CAL		NUMBER(38)
END_LINE_SECOND_CAL		NUMBER(38)
BEGIN_LINE_IMAGE		NUMBER(38)
END_LINE_IMAGE		NUMBER(38)
BEGIN_LINE_NOISE		NUMBER(38)
END_LINE_NOISE		NUMBER(38)
RECEIVER_ATTENUATOR		NUMBER
POST_CALIBRATION_ATTENUATOR		NUMBER
CALIBRATION_STATUS		CHAR(4)
LPT_SETTING		NUMBER
PULSE_COUNT_1		NUMBER(38)
PULSE_COUNT_2		NUMBER(38)

Cuadro 3.3. Tabla segment_tmcu de SBBD-ORACLE.

Debido a que el **TS5**, es un sistema totalmente cerrado, las garantías del software y hardware sólo abarcan hasta el almacenamiento de la telemetría, por lo que fue necesario que se creara la BD local o propia de la **ERMEXS**, para su manejo y administración, esto se hizo a través de las tres tablas antes mostradas. Las tablas básicas que lo componen son: **BD-ERMEXS 1.- Desc ermexs.escenas_recibidas**. Esta primera, guarda la información que fue extraída de la SGBD Oracle, y contiene los datos del catálogo local, y se refiere a la información geográfica de todas y cada uno de sus escenas y el identificador que está contenido en la vista rápida.

Name	Null?	Type
K	NOT NULL	NUMBER(3)
J	NOT NULL	NUMBER(3)
MODO	NOT NULL	VARCHAR2(1)
SATELITE	NOT NULL	NUMBER(1)
INSTRUMENTO	NOT NULL	NUMBER(1)
FECHA_K	NOT NULL	DATE
FECHA	NOT NULL	DATE
MIRROR		NUMBER(2)
NUBES	NOT NULL	VARCHAR2(1)
QUALITY	NOT NULL	VARCHAR2(1)
NUBOSIDAD		VARCHAR2(8)
NW_LAT		NUMBER
NW_LON		NUMBER
NE_LAT		NUMBER
NE_LON		NUMBER
SE_LAT		NUMBER
SE_LON		NUMBER
SW_LAT		NUMBER
SW_LON		NUMBER
SW_NUBESOK		VARCHAR2(1)
VISTA_RAPIDA_FILE_ID		VARCHAR2(80)
UPPER_BROWSE_FILE_ID		VARCHAR2(80)
LOWER_BROWSE_FILE_ID		VARCHAR2(80)
NUBOSIDAD_ORI		VARCHAR2(8)
MODIFICADO_POR		VARCHAR2(8)
FECHA_MOD		DATE
NUBOSIDAD_NUM		NUMBER(2)
CALIDAD		VARCHAR2(4)
SNOW		VARCHAR2(1)
NIEVE		VARCHAR2(8)

Cuadro 3.4. Tabla Desc ermexs.escenas_recibidas de BD-ERMEXS.

D-ERMEXS 2.- **Desc ermexs.escenas_procesadas.** Almacena la información de las imágenes que tuvieron procesamientos a cualquier nivel, se reconoce su identificador inicial dado por el TS5, y aquí se genera uno nuevo, el cual es blindado: anexándole el nivel al que cambió por el proceso al que fue sujeto y alimentando la BD-ERMEXS.

Name	Null?	Type
K	NOT NULL	NUMBER(3)
J	NOT NULL	NUMBER(3)
MODO	NOT NULL	VARCHAR2(3)
SATELITE	NOT NULL	NUMBER(1)
INSTRUMENTO	NOT NULL	NUMBER(1)
FECHA_K	NOT NULL	DATE
FECHA	NOT NULL	DATE
IDENTIFICADOR	NOT NULL	VARCHAR2(30)
IDRESPA	NOT NULL	VARCHAR2(20)
FECHAP SHIFT		DATE NUMBER(1)
TIPO		VARCHAR2(3)
NIVEL		VARCHAR2(3)
FORMATO		VARCHAR2(10)
BYTES		NUMBER(12)
SUM1		NUMBER
SUM2		NUMBER
FECHA_REGISTRO		DATE
STATUS		VARCHAR2(3)
IDENTIFICADOR_ANT		VARCHAR2(30)

Cuadro 3.5 Tabla Desc ermexs.escenas.procesadas de BD. -ERMEXS.

BD-ERMEXS 3.- Desc **ermexs.esenas_entregadas**. Recapitula la información de las imágenes que fueron procesadas, teniendo el identificador único, y que a partir de este momento solo se generarán las copias que sean necesarias para entregar a los gestores con las características que fueron requeridas, en las solicitudes.

Name	Null?	Type
ANIO	NOT NULL	NUMBER(4)
OFICIO	NOT NULL	NUMBER(4)
IDENTIFICADOR	NOT NULL	VARCHAR2(30)
DEPENDENCIA		NUMBER
ORGANISMO		NUMBER
FECHA_ENTREGA		DATE
SOLICITUD		VARCHAR2(25)

*Cuadro 3.6 Tabla Desc **ermexs.esenas.entregadas** de BD-ERMEXS.*

3.2. Características y funcionamiento de la BD-ERMEXS a partir del SGBD Oracle.

Al término de los pases diarios y una vez recabada toda la información satelital, se actualiza el catálogo local y esta información se remite vía la red al **CAP** de Spot Image, para su incorporación al catálogo **DALI**, que se actualiza continuamente con la información de todo el mundo que es captada por las estaciones de recepción directa de la Constelación Spot. Este proceso de actualización y almacenamiento se lleva a cabo a través de un sitio Web con la ayuda de la aplicación llamada SIRIUS; es en este momento cuando se empieza a ejecutar una macro que hace funcionar varios scripts, seleccionando la información de la BD Oracle, de donde se obtiene lo necesario para actualizar las tablas de la **BD-ERMEXS**; esto sucede diariamente, alrededor de las 14:00 hrs. (tiempo local) que es cuando ya toda la telemetría ha sido almacenada.

Para el manejo óptimo de la **BD-ERMEXS**, fue necesario diseñar dos aplicaciones dentro del SGBD Oracle, que se llaman ora_817 y ermexsp, respectivamente ([Hernández, 2007](#)). Son dos interfaces (consultas estructuradas), que nos permiten tener acceso a la BD utilizando las bondades de Oracle, pero sin tener que manejar sus comandos específicos, estas aplicaciones se encuentran localizadas físicamente en el servidor de producción 1.

El menú ora_817 se encarga de la elaboración de las consultas y la administración de la BD, fue diseñada para que los "query" puedan ser tan específicos como el operador lo necesite, para cumplir con las características de las imágenes que requiera algún gestor, y la administración pueda ser llevada a cabo de manera transparente y cualquier operador pueda hacer uso la BD y actualizarla en el momento, que es usada.

Cada número del menú, es a su vez un submenú, con el que se enlazan los scripts específicos, con las cuales se maneja la BD, para realizar una consulta que lleve a la elección de imágenes con las características concretas que se requieren para atender alguna solicitud de imágenes.

```

PROD
=====
1.- Insertar proyectos
2.- Insertar k/j's de un proyecto
3.- consulta kjs de proyecto
4.- capturar Solicitudes de SEMAR
5.- editar un archivo
6.- captura Programaciones de Solicitudes
7.- captura asignacion_de_solicitudes
8.- captura asignacion de numero de proyecto
9.- captura terminacion_de_solicitudes

10.- Consulta datos de gestor

11.- captura CANCELACION de solicitudes
12.- captura COMENTARIO de solicitudes
13.- Revisa o rescata proyectos anteriores

15.-Genera propuesta con vistas rapidas (SIN TENER QUE PROCESAR LA IMAGEN), con o sin rotacion de referencia
16.-Genera listado de las imagenes que hay de un proyecto (TRADICIONAL)
18.-Marca las imagenes bandeadas (BAN) o MALAS (MAL) o NOR, para que ya no se usen (o lista las que estan marcadas)

20.-Actualiza base de datos con las imagenes recibida a la fecha
21.-Actualiza la Base de datos con las imagenes recibidas a la fecha (nuevo control)
22.-Actualiza la Base de datos con las imagenes procesadas
23.-Actualiza la Base de datos con las imagenes fusionadas

25.-Actualiza PROGRAMACIONES desde archivo de PRM con comas como separador
26.-Actualiza SOLICITUDES_INTERNET desde archivo de REPORTE_xx_yyy con comas como separador

31.-Inserta Notas y proyectos
32.-Saca identificadores Originales de imagenes ya copiadas
40.-genera relacion de Imagenes
45.-Prepara entrega de Imagenes
50.-Consulta escenas
51.-Busca Notas de Kjs
60.-reporte de Notas Entregadas a Act. Juan Manuel Galarza Mercado

100.-Procesos mensuales
110.-Lista escenas entregadas por dependencia organismo y tipo
111.-Lista escenas recibidas por zona,anio y modo espectral

120.-Lista programaciones de Solicitudes en el PRM
121.-Lista solicitudes Internet
122.-Lista solicitudes Internet por solicitud y status y fecha_de_captura
125.-consulta informacion de gestores

130.-busca imagen en cinta
140.-prepara informacion para colpos y RNI (ODAS)
Dame la opcion (para terminar dar 999):

```

Figura 3.2. Menú de la aplicación ora_817.

Con la opción 7 (asignación de solicitudes) el administrador de la BD, turna la solicitud que se entrega a cada operador y éste la registra en el menú con la opción numero 1 (insertar proyectos) se hace un registro a la BD de la solicitud y se empieza a trabajar como un proyecto específico, aquí se requieren ciertos parámetros básicos, necesarios para que siempre haya un registro único, como son:

Nombre del proyecto:

Fecha inicial

Fecha final:

Nubosidad:

Tipo de imagen:

Nivel de procesamiento:

KJ que componen el área de estudio:

El sistema manda un número de proyecto que en realidad es un registro de consulta que se le hace a la BD, este dato se almacena, para posteriormente acceder a través de él, a los siguientes menús.

Con las opciones 20, 21, 22 y 23 se actualiza la BD en sus tres tablas, para que al momento de realizar la consulta se obtengan los datos de las imágenes más recientes. Se aplica la opción 15 que es propiamente la consulta a la base y se obtiene el tipo de imágenes con las características registradas en la opción 1.

```
NUMERO | NOMBRE | FECHA_INI | FECHA_FIN | NUBOSIDAD | MODOS | SATE | NIV | PROGRAMACI | SOLICITUDES |
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
253 | Siap_varios_multiespec | 01-JAN-09 | 30-NOV-09 | a b c d e | j i x | | 1a | |
trales

Disconnected from Oracle8i Release 8.1.7.0.0 - Production
JServer Release 8.1.7.0.0 - Production

dame nubes ( a b c d e ) ( a b c d e ) o ENTER:
dame Modo ( p m a b x i j t ) ( j i x ) o ENTER: a b j
dame niveles ( 0 1a 1b 2a t ) (solo uno o ninguno){ 1a } o ENTER:
dame la fecha de Inicio dd-mon-yy ( 01-JAN-09 ) o ENTER: 27-nov-10
dame la fecha de terminacion dd-mon-yy: ( 30-NOV-09 ) o ENTER: 28-nov-10

PARAMETROS OPCIONALES
Calidad de telemetria a procesar(ee eg e g p u t ) ( t ) o ENTER: ee
la resolucio n de las vistas rapidas es ALTA (s/n) ;( s ) o ENTER:
Rotacion del sistema de referencia (s/n) (n) o ENTER :
Generar Propuesta (s/n/#/t) (n) o ENTER : t
Utilizar vistas rapidas (jpg) (s/n) (s) o ENTER :
Agrupar por K/J (s/n) (s) o ENTER :
dameEl angulo de incidencia (12,18, 20 o 22); (31) o ENTER: 20
las K/J traen satelite y fecha (s/n) ? ; (n) o ENTER:
Tienes archivo con la lista de k j y fecha ? (s/n y archivo) ; (n) o ENTER:
Quieres excluir las (k/j) que estan en el archivo excluir_kjmf_253 (s/n nombre)? ; (n) o ENTER:
Quieres excluir las (k/j/modo) de notas ya entregadas de este proyecto (s/n) ? ; (n) o ENTER:
```

Figura 3.3. Submenú de la aplicación ora_817, opción 15.

En esta opción se pueden cambiar los requerimientos de la consulta, haciéndola tan específica y/o puntual como se desee.

Como resultado, nos envía un listado con las imágenes seleccionadas que cumplen con los requisitos conteniendo: la KJ, % de nubosidad, identificador, fecha, las cuatro coordenadas extremas en geográficas y decimales de las vistas rápidas, tipo, nivel (si tiene o no algún proceso) y el ángulo de incidencia. Dicha lista es depositada en la estación de trabajo del operador que realizó la consulta, junto con los archivos .jpg y .jgw de todas las vistas rápidas de las imágenes seleccionadas en la lista, para cada proyecto en específico.

El menú de ermexsp se encarga de la supervisión de los diferentes "scrips" que controlan a los servidores de procesamiento y almacenamiento, éste tiene tres grandes grupos de aplicaciones principales: el primero (1 al 70), se encarga de hacer las consultas necesarias en los servidores de procesamiento y/o almacenamiento para generar una copia de las imágenes que han sido seleccionadas para hacer entrega de ellas a algún gestor y depositarlas temporalmente en el servidor de producción 2, donde todos los operadores tenemos asignado un espacio para el control de todos los proyectos que realizamos.

```

=====
Dar ENTER para continuar
=====

                                HOLA gaby
=====

0.- Script en prueba
1.- Entrar al menu de ora_817
5.- Entrar al menu de programaciones satelitales (prm) (con ora_817 )
10.- Preparar entrega de imagenes ( taer_nas_pc.sh) ( archivo (o cadena de car)|usuario o disco|dir destino|nada,o,a,si,cf)
20.- Validacion y obtencion de la relacion de Imagenes ( usuario o disco | directorio | nada o l|arch de salida)
30.- Graficar proyecto ( usuario | directorio o x |disco |directorio )
33.- Graficar poligonos de proyecto ( num_proy|usuario|[arch de sol o x] |dir de ima o x| |[PC_dest])
35.- Listar Imagenes contenidas en un directorio ( usuario | directorio o x |disco |directorio )
40.- Quitar imagenes ( arch con rel | usuario | directorio o x| disco o ver |directorio
50.- Actualiza listados_nas ( numero de nas [210=serv de prod, 201=seg.ser.prod] )
60.- Editar archivo ( Nombre del archivo )
70.- lista archivos de gaby en el serv. de prod ( cadena1 |cadena2 )

100.- Liberar una nota en atencionmariona_o ( usuario o nada | dir o x o nada | nota o nada | m(ar) o s(iap) o p(pru),i(Inegi) o nada )
103.- Lista nombres de notas (cadena1 |cadena2 o nada | anio o nada )
105.- Liberar una nota en siap_o del andorre ( directorio o x o nada | numero de nota o nada )
107.- Convierte Imagenes de la WS a formato ECV ( siap o directorio o x o nada | numero de nota o nada )

210.- Respaldo especial SO ( usuario o nada | directorio o x o nada | numero de nota o nada )
220.- Respaldo en VTL de la WORK-Station ( directorio (CINTA_yy_gg.....) )
225.- Respaldo imagenes rar en VTL de la WORK-Station ( )
230.- Lista contenido de cinta en VTL D la WORK-Station (cinta )
235.- Busca Imagenes Fusionadas (la 2a o nada )
300.- Checa procesos de adquisicion
305.- Checa Imagenes en proceso
310.- Checa uso de cpu
315.- Checa uso de discos en la WS
320.- Checa uso de swap en servidor de produccion (Ejecutar con root el comando: swapon -s )
325.- Checa Calidad de recepcion de ermexs (Quality) ( )

400.- Procesa en Imagenes recibidas (j,i,x,p,m,a) (00,1A,1B,2A,TO)|FechaI dd-mm-yy|FechaF dd-mm-yy|proc b/t|repro (s/n o nada)
405dc Genera Ordenes para procesamiento de iamgenes (archivo | nivel de procesamiento)

500.- Genera jpg de imagenes fusionadas
505.- Actualiza imagenes fusionadas en la base de datos
510.- Respaldo de JPGS en VTL de la WORK-Station (las toma de /IMAGENES_JPGS/COB_NAL_2A_OK y las guarda en exs0001)

600.- Revisa el bandeado de Imagenes procesadas ( nada o directorio )
610.- Actualiza status de imagenes bandeadas

630.- prepar graficas de los pases del dia | dd-mon-yy o nada|fechaI (dd-mon-yy) o nada|satelite(s) 2 y/o 4 y/o 5
635.- colecta programaciones enviadas por PRM

700.- Reinicio en frio de SUPLA, SUTI y COMEX (SOLO PROCESO DE ADMINISTRACION)
=====
Dame la opcion , (para terminar dar 999):

```

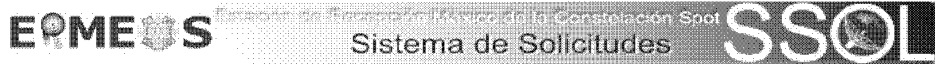
Figura 3.4. Menú de la aplicación ermexp.

El segundo grupo de aplicaciones (100-107), se refiere a la liberación de la información por parte del área operativa de la ERMEXS a SEMAR para el encriptamiento y posterior entrega al gestor solicitante. Y la última parte (210-700) son varias aplicaciones que sirven para el manejo interno de los servidores, pero básicamente se refiere a los procesos que se realizan para hacer los respaldos de la información.

LA REPRESENTACIÓN ESPACIAL-VISUAL-TEMPORAL DE LAS VISTAS RÁPIDAS EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA ARCVIEW 3.2.

4.1. Selección de imágenes satelitales de un área geográfica específica a través de una consulta a la B.D. -ERMEXS.

Como se había mencionado, cada petición de imágenes hecha a la ERMEXS, se registra como un proyecto, al que se le asigna un número. Dicha petición es asignada al operador correspondiente, éste la registra y realiza una búsqueda a través de una consulta, según lo que se especifica en dicha petición.



Usuario: ERMEXS001

[Cerrar Ventana](#)**Solicitud: 20100819-203225-206****Status:** Solicitud Recibida por la Ventanilla

DATOS GENERALES

Usuario Solicitante: pime0201.
 Dependencia: CESAVE-SON.
 Institución: CESAVEG.
 Fecha de Captura de la Solicitud: 19/08/2010.

TEMA

Agricultura

PERIODO DE ESTUDIO

TOMAR DEL HISTÓRICO

RESOLUCION	MODO ESPECTRAL	MÉTODO DE ESTUDIO
2,5 Metros	Panromatica	Nivel 2A
10 Metros	Multiespectral a 4 bandas	Nivel 2A

ÁNGULO DE TOMA

Cercano a la Vertical ($\pm 12^\circ$)

ÁREA DE ESTUDIO

Polígono:	# de Vértice	Longitud en Grados	Longitud en Minutos	Latitud en Grados	Latitud en Minutos
	1	111	51	29	15
	2	111	11	29	15
	3	111	11	28	19
	4	111	51	28	18

COBERTURA DE NUBES

Libre de nubosidad

JUSTIFICACION DEL USO DE LA(S) IMAGEN(ES)

1. Naturaleza y Alcance
 ESTIMACION DE ÁREAS ESTABLECIDAS PARA LOS DISTINTOS CULTIVOS
 2. Ubicación
 COSTA DE HERMOSILLO
 3. Duración

<http://ermexs.siap.gob.mx/procesos/requestDetail.asp?requestId=20100819-203225-206>

12/9/2010

Figura 4.1. Formato de solicitud de imágenes satelitales.

Para el caso específico de esta solicitud, que se muestra como ejemplo en la figura 4.1, el menú de ora_817 le asignó el número de proyecto 904, para posteriormente utilizar la opción 15. Ésta realiza la consulta a la B.D. - ERMEXS, y hace una selección de las imágenes que cubren el área geográfica y que cumplen con las características que fueron requeridas.

```

PROD
NUMERO ' NOMBRE ' FECHA_INI ' FECHA_FIN ' NUBOSIDAD ' MODOS ' SATE ' NIV ' PROGRAMACI ' SOLICITUDES '
-----
NOTAS
-----
904 | Cesaveg_son | 01-MAY-10 | 22-AUG-10 | a b c d | j i | | 2a | |

Disconnected from Oracle8i Release 8.1.7.0.0 - Production
JServer Release 8.1.7.0.0 - Production

dame nubes ( a b c d e ) ( a b c d ) o ENTER:
dame Modo ( p m a b x i j t ) ( j i ) o ENTER: a b j
dame niveles (0 1a 1b 2a t ) (solo uno o ninguno){ 2a } o ENTER:
dame la fecha de Inicio dd-mon-yy ( 01-MAY-10 ) o ENTER: 09-dec-09
dame la fecha de terminacion dd-mon-yy: ( 22-AUG-10 ) o ENTER: 09-dec-10

PARAMETROS OPCIONALES
Calidad de telemetria a procesar(ee eg e g p u t ) ( t ) o ENTER:
la resolucio n de las vistas rapidas es ALTA (s/n) ;( s ) o ENTER:
Rotacion del sistema de referencia (s/n) (n) o ENTER :
Generar Propuesta (s/n/#/t) (n) o ENTER :
Utilizar vistas rapidas (jpg) (s/n) (s) o ENTER :
Agrupar por K/J (s/n) (s) o ENTER :
dameEl angulo de incidencia (12,18, 20 o 22); (31) o ENTER:
las K/J traen satelite y fecha (s/n) ? ; (n ) o ENTER:
Tienes archivo con la lista de k j y fecha ? (s/n y archivo) ; (n ) o ENTER:
Quieres excluir las (k/j) que estan en el archivo excluir_kjmf_904 (s/n nombre)? ; (n) o ENTER:
Quieres excluir las (k/j/modo) de notas ya entregadas de este proyecto (s/n) ? ; (n) o ENTER:

niveles_defaul=> 2a <=
nubes_num=75 nubes=( 'A' , 'B' , 'C' , 'D' )
nivelesu=> 2a <=

```

Figura 4.2. Menú ora_815, opción 15, proyecto 904.

El sistema envía a la estación de trabajo del operador que realizó la consulta, el resultado de la misma, en forma de un directorio de proyecto y el número de consulta que se ha hecho. Como vemos en la figura 4.3, manda un listado y las vistas rápidas de las imágenes que son propuestas; ya que todas ellas cumplen con las especificaciones solicitadas.

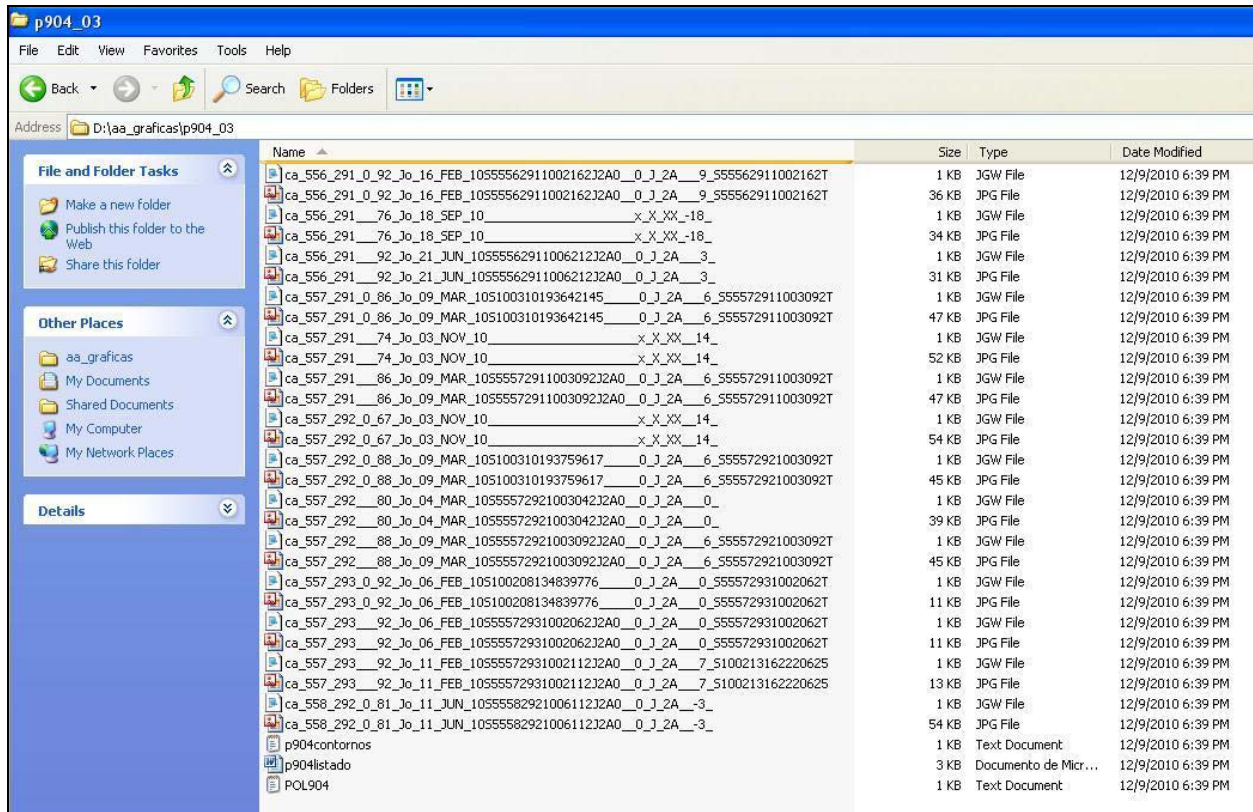


Figura 4.3. Vistas rápidas seleccionadas, enviadas a la estación de trabajo.

4.2. Representación grafica de las vistas rápidas obtenidas de la consulta a la B.D. - ERMEXS, en ArcView 3.2.

Se hace la revisión y selección de la imágenes satelitales en ArcView, a partir de las vistas rápidas que envía la consulta, estas constan de dos archivos: un .jpg que es una imagen de resolución 500* 500 DPI y un .jgw, siendo este último, el archivo de georreferenciación espacial complementario; que sirve para poder visualizar en su posición geográfica correcta cada una de las vistas rápidas.

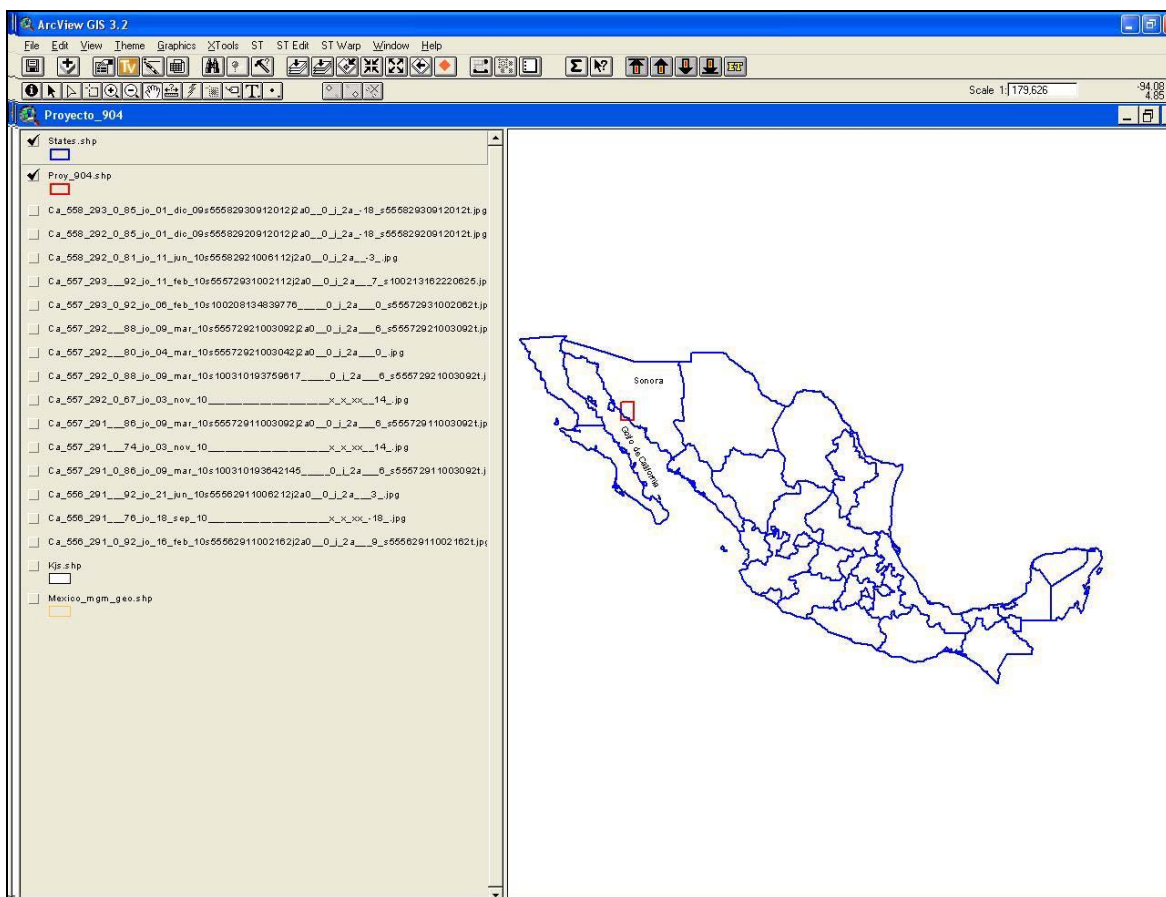


Figura 4.4. Vistas rápidas seleccionada en ArcView.

Las vistas rápidas resultantes de la consulta son todas aquellas que cumplen con las características pedidas, por lo que ahora corresponde hacer una revisión en ArcView de la calidad visual, tipo, nivel de procesamiento, fecha, nubosidad, ángulo de incidencia, procurando que se cubra totalmente el área solicitada y que las imágenes seleccionadas sean en este caso particular de proyecto, las más recientes que existan en el acervo de la estación.

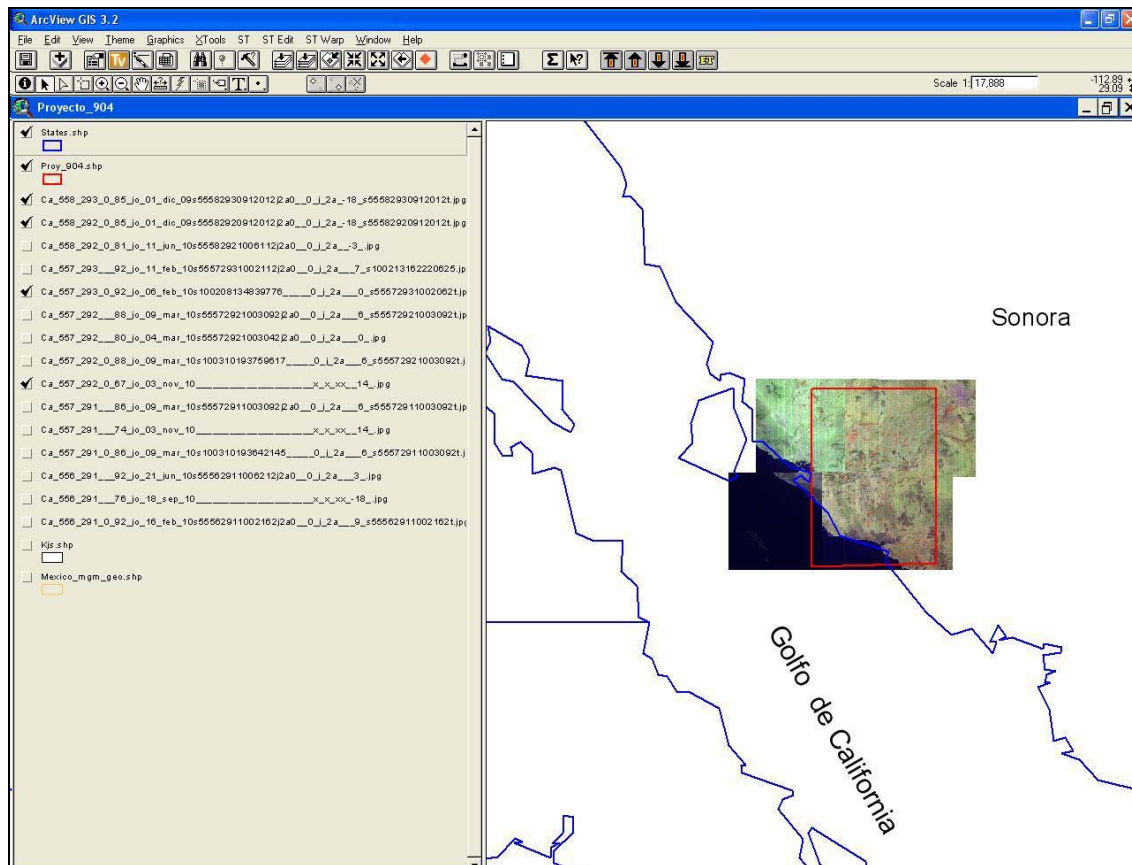


Figura 4.5. Vistas rápidas seleccionadas y graficadas en ArcView.

De las 15 imágenes que fueron propuestas por la consulta, en la revisión se escogieron 4, que tienen la mejor calidad visual (nubosidad), ángulo de incidencia, además de que son las más recientes que existen en el acervo, y que 3 de las 4 seleccionadas ya están procesadas en el nivel solicitado, por lo que el tiempo de espera para obtener una copia de ellas y enviársela al gestor, será menor.

Posteriormente, para continuar con el proceso, con los identificadores que tiene cada una de las vistas rápidas, se extrae información con una herramienta llamada "extrae identificadores" que fue creada en la estación para utilizarla en ArcView. Dichos identificadores se copian a un archivo de texto que es subido al menú ermexsp y con la opción 10, se hace una copia de las imágenes al servidor de producción, a la partición del operador que es responsable del proyecto, posteriormente se encarga él mismo de la liberación de las imágenes para el gestor a través del área de la SEMAR que lleva a cabo el encriptamiento. Después de este último paso, y previa identificación, se le entregan en 1 DVD o disco, al gestor correspondiente.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

5.1. Resultados

Dado que el sistema TS5 está enfocado a la automatización de todas las fases de adquisición y procesamiento de las imágenes satelitales; en la ERMEXS, se vió la necesidad de desarrollar herramientas propias para hacer frente a las diferentes actividades que se realizan; para tener un control y manejo eficiente de toda la información satelital existente.

Se generaron varias rutinas de programación, algunas de ellas de tipo administrativo como son: todo lo relacionado con la formulación y control de solicitudes de imágenes satelitales, la integración, registro y distribución de las imágenes, otras relacionadas con la producción: como el almacenamiento y manejo de la información en respaldos. También se implementaron procesos que son totalmente operativos, como aquel que lleva a cabo consultas reiteradas a la **B.D.-ERMEXS**, y el que efectúa el análisis gráfico de las imágenes satelitales disponibles, a través de las vistas rápidas, en formato JPG.

Este último procedimiento se diseñó porque la revisión de las imágenes satelitales se obtenían sólo con la formulación de consultas a la **B.D.- ERMEXS**, introduciéndose las coordenadas del o los polígonos de cada solicitud, haciendo una selección de imágenes que geográficamente cubrían esa área y cumpliendo con las características específicas

requeridas por el gestor. Dicha consulta generaba unos listados, los cuales tenían campos con datos geográficos como la KJ, el ángulo de incidencia, fecha, el identificador de la imagen; compuesto de 16 caracteres que indican el satélite, año, mes, día, su nivel de procesamiento, y las coordenadas geográficas de la esquina superior derecha de todas y cada una de las imágenes satelitales, y el análisis para cubrir las zonas geográficas se hacía con estos listados: se examinaban los datos de las imágenes, se seleccionaban las mismas, se procesaban si no estaban en el nivel solicitado, para posteriormente extraerlas de los servidores de procesamiento y/o almacenamiento, depositarlas en alguna estación de trabajo y hacer una verificación rápida, se graficaban los contornos para comprobar que el polígono solicitado estuviera totalmente cubierto y se entrega al área responsable de encriptamiento.

Aunque en el espacio-tiempo se podía comprobar la cobertura del área, no así visualmente, ya que la incidencia de nubes tiene valores cualitativos y cuantitativos aproximados a la realidad; lo que ocasionaba que, aunque se seleccionaran aparentemente las mejores imágenes; éstas no siempre tenían la correspondencia de los valores aportados en el listado, con las características pedidas por el gestor, cuando se hacía una revisión visual.

Esta ha sido mi aportación al proyecto, cuando llegué a la ERMEXS en comisión por parte de INEGI, en la ERMEXS solo se utilizaba el método de selección de imágenes del acervo, dónde los operadores recurríamos a los listados con las coordenadas geográficas de la esquina superior derecha de las imágenes, por lo que se le pidió al administrador de la B.D que hiciera la programación necesaria para tener una herramienta que diera acceso a ésta y que la respuesta fuera gráfica, puesto que ya estaban las coordenadas en la base de datos: con la extracción de la información geográfica del SGBD (ORACLE), a la B.D.-ERMEXS, para que pudiera ser analizada, visual, espacial y temporalmente en el SIG ArcView, con imágenes .JPG de 500 x 500 DPI; antes de ser trasladada de los servidores de almacenamiento o producción, abreviando el tiempo de revisión y entrega a los usuarios

finales. La mejoría en el tiempo fue muy notoria: ya que se redujo a un tercio el periodo de conclusión de una solicitud, de tres días que se tardaba en atenderla, se redujo a uno para su liberación al área de encriptamiento de la SEMAR. Esto se muestra claramente en la figura 5.1. en la cual partir del año 2006 las imágenes entregadas a los gestores correspondió mucho mejor con la zona requerida, además de asegurar que tuviera las condiciones de nubosidad pedidas; el dato que se muestra en el año 2005, mas alto en relación al del 2006 se debe al incremento por el reemplazamiento que se hizo a los gestores de las imágenes que no correspondían con la zona o que tenían demasiada nubosidad.

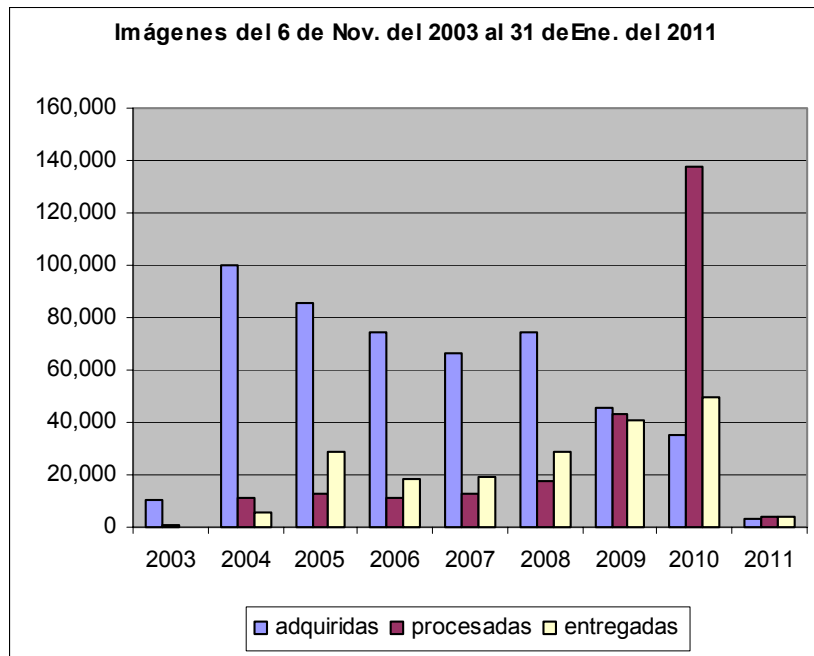


Figura 5.1. Imágenes del 6 de Noviembre del 2003 al 31 de diciembre del 2010.

En la figura 5.2, se muestran las cifras que indican las cantidades de imágenes recibidas y procesadas por la ERMEXS. Desde el inicio de las recepciones hasta el 31 de diciembre del 2010, se tiene un total de 490,826 imágenes, de las cuales se han procesado 246,672 lo que equivale a un poco mas del 50% del total del acervo de la estación.

**IMÁGENES COMPLETAS RECIBIDAS EN LA ERMEXS Y LAS PROCESADAS
EN EL PERIODO DEL 6 DE NOVIEMBRE DEL 2003 AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2010**

Satélite SPOT	Imágenes completas	Resolución	Nubosidad			Total de Imágenes	Procesadas				Total Procesadas
			Entre 0 y 10 %	Entre 10 y 25 %	Mayor al 25 %		Nivel 0	Nivel 1A	Nivel 1B	Nivel 2A	
2	Pancromáticas (P)	10m	16309	5496	28819	50624	2989	4606	2911	3793	14299
2	Multiespectrales (X)	20m	35386	12323	66843	114552	5948	9620	6037	11571	33176
4	Multiespectrales (I)	20m	32977	13082	71516	117575	11724	16901	11579	19694	59898
4	Pancromáticas (M)	10m	14809	6246	38180	59235	3717	4808	3532	4922	16979
5	Pancromáticas (A)	5m	15651	4909	29320	49880	<u>0</u>	<u>10066</u>	<u>1285</u>	<u>13028</u>	<u>24379</u>
5	Pancromáticas (B)	5m	14953	4629	27377	46959	9268	10884	8248	4606	33006
5	Multiespectrales (J)	10m	14827	5127	32047	52001	10575	18130	10462	23525	62692
	Fusiones color (F)	2.5m	0	0	0	0	0	1148	0	1095	2243
TOTAL			144912	51812	294102	490826	44221	76163	44054	82234	246672

Nota: Las imágenes procesadas subrayadas, se refieren a imágenes THR a 2.5m

Figura 5.2. Imágenes completas recibidas y procesadas en la ERMEXS del 6 de Noviembre del 2003 al 31 de diciembre del 2010.

5.2. Conclusiones

Cada día es más común que los profesionales que estamos inmersos en las ciencias de la tierra, necesitemos la habilidad y práctica de combinar e integrar especialistas de múltiples áreas, para identificar analogías y establecer enfoques desde múltiples puntos de vista, orientados a resolver distintos aspectos de los fenómenos geográficos y de los procesos que el trabajo profesional nos exige. En el caso específico de la ERMEXS concurrimos diferentes profesionistas (geógrafos, matemáticos, ingenieros en comunicaciones, etc.) que por la naturaleza de las labores desarrolladas, hemos trabajado en equipo y hecho aportaciones desde cada uno de nuestros perfiles y experiencias propias.

Como geógrafo y encargado, en la estación, del manejo, control y distribución de las imágenes satelitales, valore y utilice un proceso que no era eficaz y que generaba muchos errores en la entrega de la información a los gestores, por esta razón le solicite al administrador de la BD, que desarrollara la herramienta ya que los datos estaban presentes en el SGBD, y solo era necesario extraerlos y disponerlos en la BD-ERMEXS, para que pudieran ser visualizados en ArcView. Todo esto implicó una serie de rutinas de programación que los geógrafos, por el perfil que tenemos no podíamos desarrollar, pero si se sabía que se podía hacer y más aún como se requería, por eso fue necesario recurrir a los otros especialistas que laboran en la estación para que subsanara esta parte, y se pudiera tener una herramienta gráfica, pero creada a partir de datos geográficos.

Después del trabajo realizado y la discusión sobre los resultados obtenidos, de manera puntual se pueden señalar las siguientes conclusiones:

- 1.- Se desarrollo un generador de vistas rápidas de imágenes satelitales de spot, para permitir su representación espacial-visual- temporal, a través de ArcView.

2.- Con esta herramienta se han reducido en una tercera parte los tiempos de atención de las solicitudes de imágenes a los gestores.

3.- La calidad de las imágenes entregadas se ha mejorado significativamente debido principalmente a que a partir de la implementación de la herramienta grafica es más sencillo revisar visualmente el porcentaje de nubes existente en cada imagen.

5.3. Recomendaciones

Hasta este momento se ha desarrollado esta herramienta en donde todo el trabajo lo hace el Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) y el SIG ArcView, se ha limitado a presentar gráficamente los resultados, para tener la certeza de que la información que se entrega al usuario final es la que realmente necesita, y no haya demoras en la entrega.

Pero esto no quiere decir que sea lo idóneo; la realidad es que este es solamente el primer escalón para llegar a desarrollar una Geodatabase que nos permita tener una organización y control de la información geográfica. Lo deseable es que se pueda tener acceso al sistema de bases de datos de imágenes, a través de la red, proporcionando los insumos necesarios para que cualquier gestor de la ERMEXS pueda seleccionar por si mismo, el tipo de imagen satelital que necesita para desarrollar sus proyectos.

Bibliografía.

Alonso, F. (en línea) *Sistemas de Gestión de Bases de datos*. Recuperado 25 de junio del 2010, de http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_9.pdf

CNES, Spot Image. (1991) *Spot User' Handbook. Vol. 1. Reference Manual.*, Toulouse, France. 196 Pág.

CNES, Spot Image. (1991) *Spot User' Handbook. Vol. 2. Reference Manual.*, Toulouse, France. 203 Pág.

CNES, Spot Image. (1991) *Spot User' Handbook. Vol. 3. Spot Handbook appendixees.* Toulouse, France. 153 Pág.

Chuvieco, E. (2002). *Teledetección Ambiental*. Madrid, España: Ariel. 568 Pág.

EADS. (2002). *A4 Terminal (Mexico)*. Tome 1. Toulouse, France. 380 Pág.

EADS. (2002). *A4 Terminal (Mexico)*. Tome 2. Toulouse, France. 386 Pág.

ERMEXS. (2006). *Informe Mensual del mes de Junio del 2006*. México, D.F. 19 Pág.

Fernández, Y.; Soria, J. (2002) Bases de datos de imágenes satelitales para investigación sobre predicción de rendimientos de cultivos. En: *III Congreso Internacional Geomática 2002*. La habana, Cuba. Colegio de Posgraduados, INIFAP. 12 Pág.

Fonseca, R.; Laso, J.; Sánchez, E. (2009) *SMBD (Sistemas Manejadores de Bases de Datos)*. Tesis de Licenciatura no publicada, Universidad Veracruzana. Facultad de Administración, México, Veracruz.

Gutiérrez, M. (2006, noviembre) El rol de las Bases de Datos espaciales en una infraestructura de datos. En: *GSDI.9 Conference. Proceedings*. Santiago, Chile. USCS. 9 Pág.

Hernández, E. (2007) *Estación de Recepción México de la Constelación Spot*. Tesis de Licenciatura no publicada, IPN, México, D.F.

Ihm, J.; López, X.; Ravada, S. (2007) *Oracle Spatial 11g: administración avanzada de Datos Espaciales para aplicaciones Empresariales*. (Inf. Tec. No. 3) Redwood, Shores, CA, U.S.A.: Oracle Corporation.

Macebo, S.; Ortega, E.; Valentín, A.; Martín, B.; Martín, L. (2008) *LibroSig: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental*. Madrid, España: Los autores. 109 Pág.

Reuter, A. (2006) *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. Serie Didáctica N. 24. Córdoba, Argentina: UNSE. 50 Pág.

Semar. ERMEXS (en línea) (Modificado el 05 de Noviembre del 2009). Recuperado el 8 de Junio 2010, de:

http://www.semar.gob.mx/sitio/index.php?option=com_content&task=view&id=58&Itemid=117

Siap. Imágenes satelitales (en línea) (actualización el 21 de octubre del 2009). Recuperado el 4 de Junio 2010, de:

http://www.semar.gob.mx/sitio/index.php?option=com_content&task=view&id=58&Itemid=117

Spot Image. (2008). *Spot en orbita*. Ficha técnica. Toulouse, Francia. 2 Pág.

Spot Image. (2008). *Carga útil*. Ficha técnica. Toulouse, Francia. 3 Pág.

Spot Image. (2008). *Adquisición de imágenes*. . Ficha técnica. Toulouse, Francia. 3 Pág.

Spot Image. (2008). *Los satélites Spot en números*. Ficha técnica. Toulouse, Francia. 4 Pág.

Spot Image. (2008). *Instalaciones de Toulouse*. Ficha técnica. Toulouse, Francia. 5 Pág.

Spot Image. (2009). *Imágenes satelitales Spot: la alianza entre la precisión y la cobertura*. Ficha técnica. Toulouse, Francia. 18 Pág.

Spot Image. (2008). *Programación de los satélites Spot. Un servicio a medida*. Ficha técnica. Toulouse, Francia. 4 Pág.

Spot Image. (2008). *Recepción directa de los datos satelitales*. Ficha técnica. Toulouse, Francia. 4 Pág.

Spot Image. (2009). *Operación de las estaciones de recepción directa*. Ficha técnica. Toulouse, Francia. 7 Pág.

Spot Image. (2010). *Re-inventing the Constellation*. Technical card. Toulouse, France. 4 Pág.