

CAPITULO V

Equipos y Software de Comunicación Satelital



- 1. Equipos de Comunicación Satelital**
- 2. Empresas proveedoras de Internet Satelital**
- 3. Software de Comunicación Satelital**
- 4. Notas Bibliográficas**

5.1. EQUIPOS DE COMUNICACIÓN SATELITAL

5.1.1. Tipos de Equipos

Para establecer cualquier comunicación siempre se necesita de dos partes como son la emisora y la receptora, de igual forma en una comunicación mediante satélites se puede distinguir estas dos partes, sin embargo cada una de estas posee sus equipos que le servirán para recibir y enviar la información, en este caso se especificará los equipos que utilizan las estaciones receptoras.

Las estaciones receptoras están constituidas por dos secciones:

- Unidad Externa
- Unidad Interna

En la Unidad Externa se toman en cuenta los equipos que sirven para recibir la señal desde el satélite, entonces esta unidad posee dos elementos que son:

- ✓ **Antena parabólica satelital.-** Existen antenas parabólicas satelitales de distintos diámetros por ejemplo de 1.8 y 2.4 metros, éstas garantizan la recepción y transmisión de la información hacia y desde el Internet. Dependiendo del trabajo que vayan a realizar se debe determinar el tipo de antena que se va a instalar, por ejemplo: para tener un menor nivel de ruido de recepción y disminuir las posibilidades de obstrucciones en la instalación se puede escoger una antena de tipo offset.

El material de la antena parabólica puede ser de fibra y otros componentes especiales, optimizadas para la recepción de señales en cualquier Banda que utilice. Generalmente las antenas son desarmables y diseñadas para soportar altas velocidades de viento.

La base de soporte de la antena viene en dos versiones: una de tubo mástil penetrante y otra de soporte no penetrante para techos. Estos soportes son de materiales galvanizados para reducir los efectos corrosivos del medio ambiente.

- ✓ **Unidad Transreceptora.-** La función de esta unidad es la de convertir la señal recibida de la Banda que se escoja en una señal de otro tipo de banda por ejemplo, convertir la señal recibida de la Banda Ku en una señal en la banda L.

Además, la unidad transreceptora se encarga de transmitir la información al satélite, posee incorporado un filtro y un alimentador para recoger y enviar las señales bidireccionales.

La unidad transreceptora está diseñada para operar en la intemperie y soportar las distintas condiciones climáticas del ambiente, se le instala en el brazo de la antena satelital y por medio de cables coaxiales y control se interconecta con los equipos de la Unidad Interna.

La Unidad Interna en cambio está formada por varios equipos los cuales se detallan a continuación:

- ✓ **Módem Satelital.**- La función principal del módem satelital es la de convertir las señales TCP – PRO, que vienen del optimizador de protocolo a señales RF, enviarlos a la unidad externa y viceversa.

En este equipo se programa el ancho de banda del **uplink**, de esta forma se satisface los requerimientos del cliente y puede colocarse a 19.2, 32, 64, 96, 128 ó 256 **Kbps**. El ancho del **downlink** también puede ser colocado en **Mbps**. Por ejemplo el sistema VSAT trabaja en la banda de frecuencia Ku, lo que significa que transmite la señal del uplink en la banda 14.0 – 14.5 Ghz y recibe la señal de downlink usando la banda de frecuencias 11.7 – 12.2 Ghz.

- ✓ **Router.**- Estos equipos están diseñados para ambientes como oficinas sucursales y sitios remotos; y viene con la tecnología Flash EPROM para el mantenimiento simplificado del software. Los **routers** se configuran típicamente para soportar las interfases siguientes:

- ☞ Ethernet
- ☞ 10 BaseT Ethernet Hub
- ☞ Token Ring
- ☞ Synchronous serial
- ☞ Asynchronous serial
- ☞ ISDN BRI

El router se configura para trabajar con direcciones IP privadas, permitiendo que pase el tráfico dentro de los componentes de red. Se configura también para restringir la dirección IP de otras redes. En otras palabras, permitirá únicamente, el tráfico autorizado por la Red proveedora de servicios.

- ✓ **Optimizador de Protocolo.** - Se encarga de aumentar el flujo de información y reduce la latencia introducida por el enlace satelital, reemplazando en forma transparente TCP por el Protocolo SkyX. Especialmente optimizada para el uso en redes satelitales, este protocolo provee máximo desempeño frente a la latencia, altas pérdidas y condiciones asimétricas del ancho de banda típicas de las comunicaciones satelitales.

El Optimizador de Protocolo intercepta las conexiones TCP del remitente y convierte los datos al Protocolo de SkyX para la transmisión por el satélite. El Optimizador en el lado opuesto del enlace satelital, traduce los datos de vuelta a TCP, para la comunicación con los receptores. Mediante esta arquitectura única, el Optimizador de Protocolo no requiere de ningún cambio a los stacks de TCP / IP en los nodos finales y no modifican la operación de TCP/IP en los segmentos terrestres de la conexión.

El servidor de Protocolo se instala entre el router y la red de computadoras local por medio de puertos duales Ethernet, y es enteramente transparente para los usuarios finales. No se requiere realizar ningún cambio o modificación a los clientes ó servidores. El Optimizador de Protocolo provee desempeño mejorado sin considerar el sistema operativo, el Stack TCP/IP ó seteos de los servidores ó clientes finales.

La incorporación del Optimizador de Protocolo a una red satelital permite a los usuarios tomar plena ventaja del ancho de banda disponible. Para condiciones satelitales típicas, el Optimizador de Protocolo aumenta la velocidad de conexión a la web hasta 3 veces, ó más, y hasta entre 10 y 100 veces para bajada de archivos.

- ✓ **Switch.** - Provee el 10 Mbps de ancho de banda dedicada, a la vez que alto rendimiento de conectividad entre los grupos de trabajo. Estos equipos ofrecen facilidad de uso mediante una interfaz de gestión intuitiva y completa. Estos switch poseen las siguientes características:
 - 🖨 Operación full dúplex en todos los puertos Ethernet y Fast Ethernet.
 - 🖨 Auto – negociación sobre puertos 100BaseTX para la selección automática de operación **half dúplex** o **full dúplex**.
 - 🖨 Control de congestión, incluyendo control de flujo basado en IEEE 802.3x, y control de flujo basado en back – pressure sobre puertos 10BaseT.

- 🖨 El control mejorado de congestión acelera la transmisión de paquetes cuando los buffers del switch están llenos.
 - 🖨 Contra – presión en los puertos Ethernet half dúplex acelera la transmisión en la red utilizando IEEE 802.3.
 - 🖨 Control de flujo IEEE 802.3x, sobre puertos 100BasTX, provee gestión de flujo inteligente entre switches y entre un switch y un servidor.
- ✓ **Servidor.**- Provee una plataforma dedicada para alojamiento de páginas web y ofrece funcionalidades para aplicaciones de alto tráfico, sitios web, y de comercio electrónico. Los servidores ofrecen una gama de servicios de Internet con capacidad de administración remota.

Algunos proveedores requieren de un servidor adicional para crear una barrera de seguridad, mientras que otros proveen una barrera de seguridad incorporada que se le puede usar en las redes tanto internas como externas.

Generalmente los servidores poseen dos discos duros de 30 ó 40 Gbytes. El primero se usa para la operación normal del servidor y para servicios como: correo electrónico, **DHCP** (*Protocolo Dinámico de Configuración Anfitrión*), y **NAT** (*Transacción de Dirección de Red*), acceso a Internet, autenticación, **FTP** (*Protocolo de Transferencia de Archivos*), **DNS** (*Servidor de Nombres de Dominio*), etc. En caso de requerirse mayor capacidad de almacenamiento, se puede implementar unidades externas con discos duros adicionales.

5.1.2. Pruebas de Verificación Satelital

Las conexiones satelitales necesitan de la realización de ciertas pruebas que permitan cumplir los siguientes objetivos:

- Verificar que el satélite opere y se desempeñe de acuerdo a las especificaciones.
- Asegurar un funcionamiento óptimo del sistema.
- Determinar las causas de posibles fallas en el desempeño del sistema y corregirlas.
- Incrementar el tiempo de vida útil de los equipos.

Para llevar a cabo las pruebas se deben tener en cuenta ciertas actividades previas entre las cuales podemos citar las siguientes:

- Escoger una estrategia para la realización de pruebas
- Escoger un plan de acción para realizar las pruebas
- Recopilar información sobre las pruebas
- Ejecutar el plan de acción para las pruebas

De igual forma como se tienen actividades previas, se tienen actividades posteriores las cuales se indican a continuación:

- Evaluar los resultados obtenidos en las pruebas
- Reportar los resultados
- Desarrollar un plan de contingencia

5.1.2.1. Desarrollo de las pruebas

El desarrollo de las pruebas satélites posee cuatro etapas que son:

- ✓ **Pruebas de Ingeniería.**- Este tipo de pruebas son utilizadas en:

- 📄 Pruebas de soporte para misiones críticas
- 📄 Pruebas de verificación de determinados defectos.
- 📄 Pruebas de revisión de los requerimientos mínimos de un sistema.
- 📄 Pruebas en la interfase de manejo del equipo.
- 📄 Demostraciones aceptables del equipo.

- ✓ **Pruebas de Operación.**- Se utilizan en:

- 📄 Pruebas de interfaz de usuario que incluyen gráficas, web o intranet.
- 📄 Pruebas de carga
- 📄 Pruebas de red
- 📄 Demostraciones aceptables para los usuarios.

- ✓ **Pruebas de Control.**- Generalmente se les utiliza en:

- 📄 Reportes e itinerario de control
- 📄 Itinerarios y coordinaciones de pruebas de los equipos
- 📄 Mitigaciones de riesgo

- 📄 Estatus de manejo
 - 📄 Revisiones de las lecturas de pruebas y post pruebas.
- ✓ **Documentación de las Pruebas Realizadas.**- Dentro de este aspecto se utilizan los siguientes puntos:
- 📄 Planos de las pruebas realizadas.
 - 📄 Reportes de pruebas y presentaciones del estado del sistema.
 - 📄 Documentos de Word.
 - 📄 Itinerarios del Proyecto.
 - 📄 Presentaciones de Power Point realizadas.
 - 📄 Gráficos y hojas de cálculo de Excel.

5.2. Empresas proveedoras de Internet Satelital

5.2.1. Shiron Satellite Communications

Shiron Satellite Communications desarrolla y despliega soluciones IP satelitales revolucionarias, bidireccionales, de banda ancha.

Desde su fundación, Shiron se encuentra a la vanguardia de los sistemas versátiles para proveedores de servicio de acceso e Internet, corporaciones y operadores satelitales. A partir de su primera instalación, en 1999, los clientes despliegan sistemas InterSKY™ para una cobertura global.

Shiron Satellite Communication fue fundada en 1996, tiene su sede central en Israel y oficinas en los Estados Unidos y Australia.

Shiron Satellite Communications Ltda. proporciona una solución total para los proveedores de Servicio Internet, Corporaciones, pequeñas y medianas empresas, a través de su sistema InterSKY™.

El InterSKY™ es un sistema de comunicaciones bidireccional vía satélite, para acceso a Internet de banda ancha, que admite todas las aplicaciones IP. El sistema proporciona infraestructura IP de banda ancha, para Internet, transmisión de voz sobre protocolo de Internet o lo que es lo mismo Voz sobre IP, videoconferencia, aprendizaje interactivo a distancia y otras aplicaciones, extendiendo así la infraestructura terrestre existente a regiones remotas.

InterSKY™ proporciona elevada velocidad de datos, banda ancha por demanda y control automático de energía y frecuencia, lo que asegura que los recursos satelitales son empleados con máxima eficiencia.

- ✓ **Pasarela a distancia (Gateway).**- Shiron diseñó una terminal especial para el sistema InterSKY™ denominado Pasarela a distancia (Gateway). La pasarela a distancia es una combinación de un VSAT y un dispositivo IP. Un receptor DVB-S, un módem y un adaptador Ethernet se combinan en una sola unidad. Pero lo que convierte a la pasarela a distancia en especial es el software interno que permite el control dinámico en circuito cerrado por parte de los controladores Hub. El modelo de pasarela a distancia se especifica de acuerdo con la velocidad máxima de retorno del canal de datos.

La pasarela a distancia se interconecta con otro equipo a través de una tarjeta de interfaz de red Ethernet estándar. Esto permite la conexión sin interrupciones a todas las soluciones de última milla incluidas LAN, bucle local inalámbrico, ADSL, conexiones telefónicas y, mediante encaminador a X.25, Frame Relay y otro equipo de protocolo de legado.

- ✓ **Protocolo de transmisión de voz por Internet.**- Las redes de teléfonos y datos que antiguamente se encontraban separadas, en la actualidad se han fusionado a través de la tecnología del protocolo de transmisión de voz por Internet **VoIP**. El sistema InterSKY™ es ideal para proporcionar acceso telefónico a localidades aisladas. La plataforma InterSKY™ proporciona excelente calidad satelital, ya sea que sus necesidades se limitan a un solo teléfono o a múltiples líneas.
- ✓ **Redes virtuales privadas.**- Las redes virtuales privadas **VPN** le proporcionan la capacidad de cifrar datos, a fin de enviarlos de manera confidencial por Internet. El sistema InterSKY™ permite utilizar la misma tecnología para localizaciones que requieren acceso satelital.
- ✓ **Videoconferencia.**- La videoconferencia es el método ideal para la conducción de reuniones entre personas ubicadas en localidades distintas. Sin embargo, la videoconferencia demanda mucho ancho de banda, muchas soluciones satelitales no pueden proporcionar el ancho de banda necesario para esta

aplicación. Mientras que otros sistemas fracasan, la videoconferencia es una aplicación en la que el sistema InterSKY™ tiene éxito.

- ✓ **Aprendizaje interactivo a distancia**.- El aprendizaje interactivo a distancia no es patrimonio exclusivo de las universidades, actualmente se lo utiliza de manera extensa en capacitación corporativa y gubernamental. El sistema InterSKY™ es la plataforma ideal para proporcionar IDL rica en medios a cientos de localidades dispersas con miles de estudiantes. El canal DVB-S que es de la Tierra al satélite es ideal para vídeo de calidad y las pasarelas a distancia admiten cientos de estudiantes con opciones para interacción de la vía de retorno de vídeo o audio.

5.2.2. Kb/TEL

Kb/TEL brinda a los usuarios un servicio que tiene un nuevo controlador satelital ofreciendo ventajas en el uso de recursos satelitales. Este controlador requiere de una estación terrestre convencional, que se convierte en un sistema de TDM/TDMA.

Además posee un servicio llamado Kb/Sat que es una red punto - multipunto bidireccional. Además, el controlador incluye puertos de usuario programables para diversas velocidades, así como una amplia gama de protocolos, incluyendo conexiones al LAN sin necesidad de un ruteador.

El controlador Kb/Sat permite el transporte independiente y simultáneo de varios protocolos mientras que utiliza los recursos satelitales de la manera más eficiente.

El sistema TDM/TDMA, emplea un par de portadoras para la operación de varios puntos remotos; funciona con una **'base a remoto'**⁴⁷ y de 1 a 4 portadoras de entrada o remoto a base. La velocidad de las portadoras de salida y entrada pueden diferir.

Este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Uso eficiente de recursos satelitales
- Instalación rápida y fácil
- Control total de la red
- Compatibilidad total con todos los productos de Kb/TEL

⁴⁷ **Base a remoto:** Portadora de salida

- Flexible
- Bajo costo
- Funcionalidad verdadera punto-multipunto
- Actualización de software

Esta sección de KbSat es el eje central de la familia KbTEL y soportan los siguientes protocolos:

- IP
- IP routing
- RIP
- Proxy – ARP
- Static
- PPT
- Frame Relay
- HDLC
- Clear Channel

5.2.3. SpaceCom Systems

SpaceCom Systems ha sido un líder en la industria de las comunicaciones satelitales por más de una década con tecnologías que han establecido estándares de distribución de datos punto a multipunto. Ahora, muestra lo último en avances tecnológicos para complementar y aumentar los servicios terrestres existentes.

- ✓ **Internet Principal Medular a las estaciones remotas.**- Utiliza una conexión Satelital IP 2-Vías para ofrecer acceso a Internet a altas velocidades en las localidades donde las conexiones terrestres no están disponibles, son muy costosas o donde una buena conectividad por ISP's no existe. Las aplicaciones incluyen, corporaciones en lugares remotos, escuelas o instituciones gubernamentales.

Provee a los usuarios de Internet con una cascada de recepción y transmisión satelital a altas velocidades, con banda ancha y retorno rápido por un camino vía satélite. Poseen precios a la medida para cumplir las necesidades

individuales. Este servicio esta planeado para ser costo-eficiente y confiable para áreas donde no hay servicios terrestres confiables a altas velocidades.

- ✓ **Respaldo de Internet para ISP's en cualquier lugar.-** Un servicio de contingencia, usando lo último en tecnología VSAT, planeado para permitir a ISP's y corporaciones, que continúen con sus operaciones de negocios normalmente en el evento de pérdida, falla o congestión en sus líneas terrestres. Si el circuito primario de un cliente falla, el contenido automáticamente se reencamina por medio del satélite al destino deseado. Provee soluciones económicas para áreas rurales, así como áreas de servicio metropolitanas.

Cualquiera de los dos servicios anteriores posee características como las siguientes:

- Sistema Satelital Interactivo de Banda Ancha 2-Vías
 - Soporta todas las aplicaciones IP, incluyendo Internet Rápido / Intranet, Distribución por Empuje, Caching, Cascada de video y audio
 - Compatible con estándares DVB/MPEG-2
 - Protocolos seguros para mejorar el rendimiento TCP/IP
-
- ☞ Velocidad de recepción de 1.6 Mbps por estación TCP/IP
 - ☞ Camino de retorno de transmisión de 16 a 384 Kbps
-
- 1.8 metros (estándar) tamaño de antena para servicio VSAT
 - Seguridad aumentada sobre servicios satelitales competidores

5.3. Software de Comunicación Satelital

5.3.1. Introducción

El Software de Comunicación Satelital basa su funcionamiento en la Percepción Remota o Teledetección definiéndose como *"la ciencia y arte de obtener información de un objeto analizando los datos adquiridos mediante algún dispositivo que no está en contacto físico con dicho objeto"*⁴⁸.

⁴⁸ Ref: <http://www.teledet.com.uy/quees.htm>

La historia de la Percepción Remota comenzó hace millones de años, cuando alguna forma inferior de vida animal diferenció algunas de sus células, volviéndolas fotosensibles. También durante millones de años dicho rudimento fotosensible evolucionó convirtiéndose en un poderoso y sofisticado sensor, el ojo humano. Este tuvo un imitador mecánico, la cámara fotográfica, que hizo su aparición hace algo más de un siglo y que fue muy mejorada durante la década de 1930 para ser aplicada a la fotografía aérea. La Segunda Guerra Mundial dio un gran impulso a la fotografía aérea así como a otras formas de percepción remota. Sin embargo, el salto "**cuántico**"⁴⁹ en esta disciplina se produjo en la década de 1960 cuando las plataformas satelitales reemplazaron a las aéreas y los sensores electrónicos multiespectrales, acoplados a computadoras, reemplazaron las cámaras fotográficas. El esquema operativo de un satélite de observación se representa en forma muy simplificada, en la figura 5.1.



Figura 5.1. Esquema operativo de un satélite de observación

Los objetos terrestres, iluminados por la radiación solar, reflejan ésta luego de introducir en ella modificaciones inducidas por la misma estructura y composición de dichos objetos.

La radiación reflejada es capturada por los sensores del satélite, siendo parcialmente procesada a bordo de éste y retransmitida a estaciones receptoras terrestres para su posterior procesamiento y análisis (fuente emisora, sensor, cerebro).

5.3.2. SeaWiFS: Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor

El Programa SeaWiFS forma parte de la Misión al Planeta Tierra, proyectada por la NASA para estudiar nuestro planeta desde el espacio, y así comprender mejor su comportamiento y evolución como sistema.

⁴⁹ **Cuántico:** Relativo a los cuantos de energía.

El objetivo principal del Programa SeaWiFS es adquirir información crítica para estudiar el rol de la producción primaria del océano en la biogeoquímica global, incluyendo el intercambio de elementos críticos y gases entre la atmósfera y el océano. Asimismo, permite evaluar concentraciones de fitoplancton y seguir su desarrollo, detectar contaminaciones marinas, eclosión de algas, etc. Obviamente, un aspecto comercial muy ligado a esta información es la racionalización de pesquerías.

Para llevar a cabo este Programa la NASA realizó un acuerdo con un contratista privado, la **OSC** (Orbital Sciences Corporation) que construyó, puso en órbita y opera el satélite **SeaStar**, a bordo del cual se encuentra el sensor SeaWiFS que es un sofisticado sensor capaz de medir la radiación reflejada por el océano a cinco longitudes de onda visibles y tres infrarrojas, éstas últimas destinadas principalmente a efectuar correcciones de efectos atmosféricos. El procesamiento de estas señales mediante algoritmos matemáticos adecuados permite evaluar concentraciones de clorofila y otros pigmentos marinos, fitoplancton, sedimentos, etc. La resolución espacial del sensor es de 1.1 km y cubre una banda terrestre de 2800 km.. El satélite orbita a 705 km y el lapso promedio entre visitas sucesivas es de un día.

El SeaStar transmite en tiempo real los datos recogidos por el SeaWiFS a una estación del **GSFC** (Centro Goddard de Vuelos Espaciales) y a otras estaciones autorizadas que poseen los elementos necesarios para recibir y descifrar la información. Por otra parte, la información que registra y almacena a bordo el SeaStar es transmitida también al GSFC, a la estación receptora de la OSC y a la estación de la NASA en la Isla Wallops, en la costa del estado de Virginia. La distribución de la información a la comunidad científica se realiza a través del GSFC. Es por tal razón que toda la información oceanográfica recibida del SeaStar por Teledet SRL es retransmitida al Centro Goddard de Vuelos Espaciales de la NASA, ubicado en el estado de Maryland, y a través de dicho Centro queda a disposición de los investigadores en este campo.

Teledet SRL comenzó los contactos con la NASA, con el propósito de ser autorizada a participar en el proyecto SeaWiFS, en Julio de 1999. En Octubre del mismo año formalizó un Acuerdo de Cooperación Técnica con INAPE, cuyo objetivo es desarrollar técnicas de interpretación de imágenes satelitales que permitan establecer correlaciones entre variables oceanográficas y biológico-pesqueras. Finalmente, a fines de 1999 la NASA autorizó a la estación de Teledet como SeaWiFS Direct Readout Ground Station. A partir de ese momento se iniciaron una serie de etapas de adquisición, construcción y adaptación de equipos, software, realización de pruebas, etc., que en abril del 2000 culminaron con la puesta en marcha del sistema. La

estación de Teledet integra el grupo de las ocho estaciones autorizadas por la NASA en Sudamérica para participar en el proyecto. Las otras estaciones son operadas por las siguientes instituciones:

✓ BRASIL

☞ Fundação Universidade do Rio Grande – Departamento de Física.

✓ ARGENTINA:

☞ CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales).

✓ CHILE:

☞ Centro de Estudios Espaciales – Universidad de Chile.

☞ Universidad de Concepción.

✓ BOLIVIA:

☞ ABTEMA (Asociación Boliviana de Teledetección para el Medio Ambiente).

✓ PERU:

☞ IMARPE (Instituto del Mar de Perú) – Departamento de Pesquerías.

✓ VENEZUELA:

☞ Fundación Instituto de Ingeniería.

5.3.3. Teledet SRL: Percepción Remota Satelital

Teledet es una empresa que se encarga de promover y divulgar la aplicación comercial de los métodos de percepción remota o teledetección satelital particularmente en aquellos medios donde esta tecnología es poco conocida o no bien comprendida.

La idea principal es colaborar con los potenciales clientes analizando la aplicabilidad de esta tecnología a sus proyectos buscando optimizar la relación costo-beneficio, paralelamente colaborando con aquellos polos de investigación y desarrollo vinculados

al manejo de los recursos naturales y para todas las personas que hacen de la teledetección una muy valiosa herramienta.

5.3.3.1. Aplicaciones Agrícolas de la teledetección satelital

La teledetección no pretende descalificar a la fotografía aérea tradicional **pancromática** como herramienta de teledetección. Simplemente se trata de ejemplificar las ventajas que el satélite ofrece en determinados tipos de aplicaciones. Por otra parte, la fotografía aérea multispectral (que incluye información vital en el infrarrojo cercano), es la tecnología alternativa que paulatinamente habrá de ir desplazando a la fotografía aérea tradicional.

Dentro de las aplicaciones agrícolas se tiene:

- ✓ **Cultivos de arroz.**- Se muestra un ejemplo de los monitoreos que se realizan en los cultivos de arroz que tienen esta tecnología. Se realizó un Monitoreo multitemporal de la evolución de un cultivo de arroz mediante el uso de imágenes satelitales de alta resolución. La arrocera monitoreada corresponde a una parcela experimental de la Escuela Agraria de Artigas en Uruguay.
- Comparación: composiciones falso infrarrojo del satélite Landsat-5 vs. Fotos de verdad de Campo.

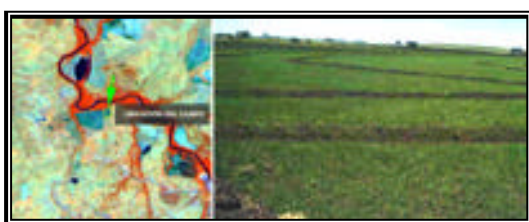


Figura 5.2. Mes de Noviembre

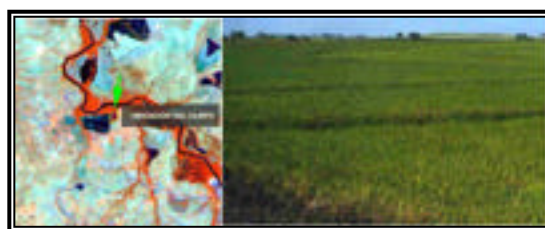


Figura 5.3. 1era. semana de Enero

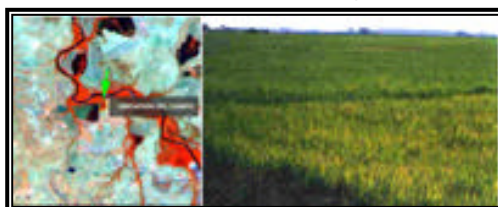


Figura 5.4. 2da. semana de Enero

- Comparación: **NDVI** (Índice Normalizado de Vegetación) vs. Fotos de Verdad de Campo.

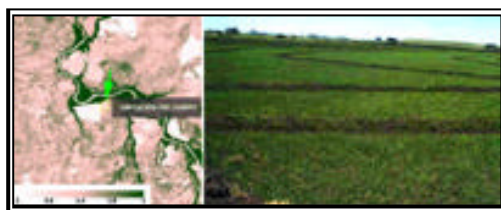


Figura 5.5. Mes de Noviembre



Figura 5.6. 1ra. semana de Enero



Figura 5.7. 2da semana de Enero

En las figuras anteriores se observa una subescena de una imagen Landsat que abarca un área de algunos pocos kilómetros cuadrados. Un cuadrante Landsat full scene abarca un área de 185x185 km. mientras que un subcuadrante de la misma cubre aproximadamente 90x90 km. Esto quiere decir, que un tipo de análisis como el visto en el ejemplo puede hacerse extensivo a toda un área de influencia, y es más: puede hacerse extensivo hacia otras zonas de interés arrocero económicamente competitivas incluso fuera de fronteras.

Si bien el cultivo de arroz no es un área temática que se aborde con la suficiente profundidad, la experiencia obtenida en la aplicación de la teledetección en otros sectores agrícolas, nos hace suponer que el diseño de modelos que puedan ser sistemáticamente aplicados en este rubro es perfectamente viable, ya que tanto el arroz, al igual que otros cultivos de carácter extensivo, presentan grandes ventajas en lo que a teledetección se refiere: aquellos cultivos cuyas superficies promedio no abarcan más de 3 hectáreas suelen requerir análisis muchos más complejos que los de gran superficie. No obstante ello, se obtienen muy buenos resultados en los estudios realizados en tabaco, cuya superficie promedio plantada por parcela es de

aproximadamente de 2,5 hectáreas tomando en cuenta que esto puede variar de acuerdo a los diferentes países.

- ✓ **Cultivos de tabaco.-** En esta sección se muestra un análisis mediante fotos satelitales de cultivos de Tabaco en la Zona Sur de la ciudad de Artigas.

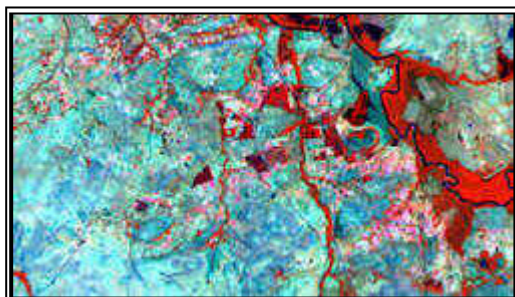


Figura 5.8. Mes de Enero

La imagen anterior es tomada desde el satélite Landsat-5, Composición Falso Infrarrojo RGB 4, 5, 3 30mts de resolución por píxel.

Las zonas cuyo rango cromático va del rosa pálido al rosado intenso son parcelas de tabaco virginia. Una vez más, la utilización de bandas infrarrojas permite diferenciar el objeto de estudio, de otras especies vegetales presentes en el área, tales como arroz, forestación exótica y monte nativo.

5.3.3.2. Aplicaciones Forestales con teledetección satelital

El beneficio que la teledetección satelital propone en el campo de la forestación radica en la viabilidad de realizar relevamientos de este tipo con un costo sensiblemente menor al que implica la utilización de técnicas clásicas y/o de fotografía aérea; y, con una frecuencia de actualización mucho mayor (semestralmente, por ej.). A continuación se realizará el análisis de un área para Forestación en Uruguay.



Figura 5.9. Zona Limítrofe entre los Departamentos de Paysandú y Río Negro

En la figura anterior se muestra una Simulación Pancromática generada a partir de las Bandas Espectrales 3-2-1, correspondientes al rango visible del espectro electromagnético, es decir lo que nuestros ojos pueden ver.

El producto obtenido es comparable al de una fotografía aérea clásica (blanco y negro) pero de menor resolución (30mts por pixel). Tomando en cuenta que este es un área densamente forestada, solo se puede concluir en que las zonas oscuras corresponden a montes: no es posible discernir entre diferentes especies de árboles eucaliptos y pinos.

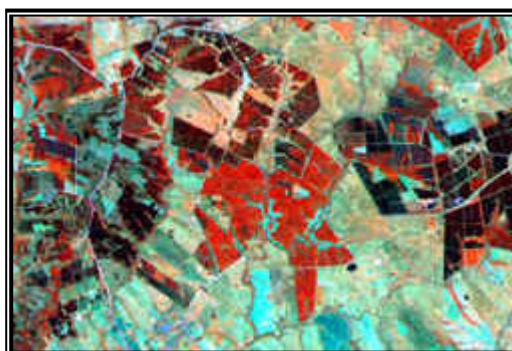


Figura 5.10. Zona Composición coloreada de la zona anterior

En este caso, el resultado se correspondería aproximadamente con una foto obtenida con película color: no obstante agregado el elemento color, persiste la dificultad de discriminación de especies, como se puede apreciar en la figura anterior

Sensores satelitales como los de Landsat no sólo son capaces de captar y enviar información dentro del rango visible del espectro electromagnético sino también son sensibles a otras longitudes de onda tales como los infrarrojos cercano y medio.

La radiación reflejada en estas regiones del espectro contiene información de suma trascendencia, muy especialmente en lo que material vegetal se refiere. Es por eso, que aquello que no se podía ver utilizando métodos clásicos o convencionales, se manifiesta en forma notable al introducir en una combinación de colores, información proveniente de la región infrarroja del espectro. En este caso no sólo se diferencian claramente eucaliptos de pinos, sino que también se puede sacar conclusiones acerca de la edad y variabilidad de manejo inherentes a cada especie arbórea en particular.

5.4. NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

En este capítulo se hace una descripción de los equipos de comunicación satelital así como el software y las empresas que brinda servicios de Internet satelital. De igual manera se muestra la aplicación que se le da a la información obtenida de los satélites ya sean para análisis agrícolas o forestales, así como rastreos y ubicación de lugares.

Información más amplia acerca de este tema se pueden encontrar en las siguientes direcciones de internet:

- <http://www.uniboyaca.edu.co/dintel.htm>
- <http://www.shiron.com/home.asp>
- <http://www.kbtel.com/es/Default.htm>
- <http://www.somece.org.mx/memorias/2000/docs/241.DOC>
- <http://www.lacompu.com/notas/internetsatelital/2.php3>