

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERÍA**

**DISEÑO Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UN SISTEMA DE RED INALÁMBRICA PARA LOS POZOS DE PETRÓLEO  
DE PETROPRODUCCION**

**Evelyn Noemí Ortiz Salazar**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**2006**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el proyecto de grado denominado “Diseño y estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de red inalámbrica para los pozos de petróleo de PETROPRODUCCIÓN”, ha sido desarrollado y elaborado en forma íntegra por la señorita Evelyn Noemi Ortiz Salazar, bajo nuestra dirección.

---

Ing. Rodrigo Silva

**DIRECTOR**

---

Ing. Diego Loor

**CO-DIRECTOR**

## **RESUMEN DEL PROYECTO DE GRADO**

En el presente proyecto titulado “Diseño y estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de red inalámbrica para los pozos de petróleo de PETROPRODUCCION”, enfocado hacia los taladros móviles que se encargan de la perforación de los pozos de petróleo ubicados en el Oriente Ecuatoriano.

Para dar solución al acceso a los servicios de Internet, Intranet y telefonía; se utilizó una red inalámbrica con los terminales satelitales RBGAN que tienen la aplicación de dar tecnología IP.

El sistema satelital RBGAN cuenta con un receptor GPS que sirve para determinar la posición del terminal remoto al satélite Inmarsat-4. El proveedor de Internet es proporcionado por la red Regional BGAN, los servicios de Intranet y telefonía son accedidos por medio de una red privada virtual, que permite enlazar a los taladros móviles con toda la red privada de PETROPRODUCCIÓN.

Para los taladros de perforación se diseñó una red LAN inalámbrica, para acceder a la red desde la parte superior de la torre de perforación. La ventaja de estos equipos satelitales es que son portátiles, puesto que el tamaño es aproximadamente como de una laptop.

## DEDICATORIA



*A mis abuelas que siguen mis pasos desde el cielo y me dan fuerza para seguir viviendo.*

*A mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado en todo el transcurso de mi vida y por darme la oportunidad de ser una profesional más de esta Patria.*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por darme la oportunidad de culminar esta carrera.

A mis padres Patricio y Ligia que me han brindado el apoyo y los ánimos para poder ser una profesional.

Al Ing. Rodrigo Silva y al Ing. Diego Loor que fueron mis guías en la culminación del proyecto.

Al Ing. Romel Quintanilla, Ing. José Pozo y a todo el departamento de Telecomunicaciones de Petroproducción; mis sinceros agradecimientos por todos los conocimientos impartidos y la ayuda prestada en todo momento.

Al Ing. William Pazmiño, Ing. Hernán Salvador y al departamento de Sistema de Petroproducción; por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto.

A mi hermano y mis mejores amigos que siempre han estado conmigo para apoyarme en las buenas y malas, en todo el transcurso de mi carrera.

## **PRÓLOGO**

Este proyecto surge de la necesidad de adquirir un sistema de comunicaciones para los taladros móviles de perforación y reacondicionamiento de petróleo de la empresa PETROPRODUCCIÓN, debido a que se requiere servicios de Internet, Intranet y telefonía para los funcionarios de estos taladros.

Para determinar la tecnología adecuada para los taladros, se realizó un análisis de las posibles soluciones de acuerdo a las condiciones que se presentan en el Oriente Ecuatoriano, donde se encuentran en constante movilidad los taladros. Como resultado de algunos aspectos que se consideran en este proyecto, se plantea como solución un sistema satelital BGAN con cobertura para este sector, el cual tiene terminales remotos satelitales del tamaño de una computadora laptop que son fáciles de transportar.

Este equipo permite acceder a todos los servicios que en los taladros móviles se requiere, usando tecnología de Internet. Para los taladros de perforación se necesita un sistema inalámbrico LAN basada en los estandar de la IEEE 802.11b que son compatibles con el sistema satelital. También se ha contemplado la utilización de redes virtuales privadas (VPN's) para enlazarse con la red interna de PETROPRODUCCIÓN en la parte de datos y voz.

El detalle de los siguientes capítulos del proyecto se considera a continuación:

Capitulo 1 se realiza una introducción de todos los sistemas de comunicación que se encuentran en el Distrito Amazónico y se plantea el problema y la solución para este proyecto.

Capitulo 2 se determina conceptos necesarios para entender de mejor manera la solución del proyecto.

Capitulo 3 se presenta el diseño de la solución con todos los cálculos, elementos y servicios que necesitan en los taladros móviles.

Capitulo 4 se realiza el análisis económico que representa la adquisición de este sistema para la empresa.

Capitulo 5 se determinan las conclusiones y recomendaciones que se generan en este proyecto.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ENLACES DE MICROONDAS DE DISTRITO AMAZÓNICO.....	4
1.2.1. Distribución de Canales.....	6
1.3. SISTEMA DE MICROONDAS DIGITAL SR 500.....	6
1.3.1. Generalidades.....	6
1.3.2. Sistema SR 500 en el Distrito Amazónico.....	6
1.3.2.1. Estación Aguarico.....	7
1.3.2.2. Estación Guarumo.....	7
1.3.2.3. Estación Sansahuari.....	7
1.3.2.4. Estación Sacha.....	8
1.3.3. Equipos.....	8
1.3.4. Antenas.....	9
1.4. SISTEMA LAN INALÁMBRICAS (WLAN).....	10
1.4.1. Generalidades.....	10
1.4.2. Sistema inalámbrico en el Distrito Amazónico.....	10
1.5. SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DEL DISTRITO AMAZÓNICO...	12
1.5.1. Servicio de Telefonía.....	12
1.5.2. Servicio de Datos.....	13
1.5.3. Servicio de televisión.....	14
1.6. ANALISIS DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	15
1.6.1. Antecedentes de los taladros móviles Sistema de Energía.....	15
1.6.2. Solución del proyecto.....	16
<b>CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1. RED GLOBAL DE BANDA ANCHA (BGAN).....	17
2.1.1 Definición de BGAN.....	17
2.1.2. Características Principales.....	18
2.1.2.1. Servicio de Voz.....	19
2.1.2.2. Servicio de datos en terminales BGAN y RBGAN .....	19
2.1.2.3. Servicio de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) .....	20
2.1.3. Descripción de los tipos de terminales BGAN.....	21
2.1.3.1. Terminal Wideye Sabre1.....	21
2.1.3.2. Terminal HNS 9201.....	22
2.1.3.3. Terminal Thrane & Thrane Explorer 500.....	23
2.1.3.4. Terminal Thrane & Thrane Explorer 700.....	24
2.1.3.5. Terminal Nera WorldPro 1000.....	25
2.1.4. Descripción del terminal RBGAN.....	26
2.1.4.1. Terminal HNS R-BGAN.....	26
2.2. SISTEMA SATELITAL (INMARSAT).....	26
2.2.1. Haces de Cobertura.....	28
2.2.2. Distribución de la red INMARSAT.....	29
2.3. SISTEMA REGIONAL BGAN.....	30
2.4. REDES LAN INALÁMBRICAS (WLAN).....	33
2.4.1. SPREAD SPECTRUM (Espectro Ensanchado).....	34
2.4.1.1. Secuencia Directa.....	34

2.4.1.2. Salto de Frecuencia.....	35
2.4.2. TOPOLOGÍAS DE REDES LAN INALÁMBRICAS.....	36
2.4.2.1 Topología de infraestructura.....	36
2.4.2.2. Topología ad hoc.....	38
2.4.3. Ventajas de las redes LAN inalámbricas.....	38
2.5. SISTEMA LAN.....	39
2.5.1. Dirección lógica.....	40
2.5.2. Elementos Activos.....	41
2.5.2.1. HUB.....	41
2.5.2.2. SWITCH.....	42
2.5.2.3. ROUTER.....	43
2.5.3. Tipos de Cables.....	44
2.5.3.1. Cables Empalmados.....	44
2.5.3.2. Cable coaxial.....	45
2.5.3.3. Fibra óptica.....	45
2.5.4. Protocolos.....	46
2.6. REDES PRIVADAS VIRTUALES (VPNS).....	47
2.6.1. Definición de VPNs.....	47
2.6.2. Estructura de las VPNs.....	47
2.6.3 Protocolos utilizados en las VPNs.....	49
2.6.3.1 PPTP.....	49
2.6.3.2 IPSec.....	52
2.6.3.3.L2TP.....	53
<b>CAPÍTULO III : DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA.....</b>	<b>55</b>
3.1. INTRODUCCIÓN.....	55
3.2. RED DE ACCESO SATELITAL BGAN.....	59
3.2.1. Introducción.....	59
3.2.2. Cálculo del Tráfico.....	60
3.2.2.1. Tráfico telefónico.....	61
3.2.2.2. Tráfico de datos.....	62
3.3. COMPONENTES DEL SISTEMA SATELITAL.....	65
3.3.1. Estación terrena (HUB).....	66
3.3.2. Satélite Inmarsat-4.....	68
3.3.3. Estación Terrena (RBGAN).....	72
3.3.3.1. Administración del Terminal de usuarios.....	73
3.3.3.2. Características técnicas del Terminal Remoto.....	75
3.3.3.3. Especificaciones mecánicas y ambientales.....	75
3.4. RESUMEN DE FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE ENLACES SATELITALES.....	76
3.4.1. Cálculo de Parámetros Geométricos.....	76
3.4.2. Ganancia y Eficiencia de una Antena.....	76
3.4.3. Potencia Efectiva Isotrópica Radiada PIRE.....	77
3.4.4. Potencia del Ruido.....	77
3.4.5. Temperatura de Ruido Equivalente a la Entrada del Receptor.....	77
3.4.6. Figura de Mérito o Factor de Calidad.....	77
3.4.7. Densidad del Ruido.....	78

3.4.8. Densidad de Potencia de la Portadora.....	78
3.4.9. Relación de Densidad de Portadora a Ruido.....	78
3.4.10. Relación Densidad de Portadora a Ruido para un sistema de Ancho de Banda Mínimo.....	79
3.4.11. Relación de la Densidad de Energía de Bit a Ruido.....	79
3.4.12. Condicionamientos Generales.....	79
3.5. CÁLCULO DEL ENLACE SATELITAL DEL PROYECTO.....	80
3.5.1. Apuntamiento de la Antena.....	80
3.5.2. Cálculos del enlace satelital.....	82
3.5.2.1. Enlace Ascendente.....	82
3.5.2.2. Enlace Descendente.....	85
3.5.2.3. Resultados.....	89
3.6. SERVICIOS DEL SISTEMA SATELITAL RBGAN.....	89
3.6.1. Internet.....	89
3.6.1.1. Web HTTP.....	89
3.6.1.2. FTP.....	90
3.6.1.4. Correo Electrónico.....	90
3.6.2. Intranet.....	91
3.6.3. Telefonía.....	96
3.6.4. FAX.....	101
3.6.5. Video conferencia.....	102
3.7. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA.....	103
3.7.1. Wi-Fi (IEEE 802.11b).....	103
3.8. DISEÑO FINAL.....	106
<b>CAPÍTULO IV : ANÁLISIS ECONÓMICO.....</b>	<b>108</b>
4.1. INTRODUCCIÓN.....	108
4.2. COSTOS DEL PROYECTO.....	109
4.2.1. Sistema satelital BGAN.....	109
4.2.1.1. Propuesta de compra de equipos.....	109
4.2.1.2. Propuesta de renta de equipos.....	110
4.2.2. Compra de Equipos Inalámbricos.....	111
4.3. COSTOS DE SERVICIO.....	111
4.4. COSTO TOTAL DEL PROYECTO COMPRA - RENTA.....	112
4.4.1. Comparación de valores Renta vs. Compra.....	113
4.4.2. Análisis comparativo.....	113
<b>CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>115</b>
5.1. CONCLUSIONES.....	115
5.2. RECOMENDACIONES.....	117
<b>ANEXOS.....</b>	<b>122</b>
ANEXO 1.....	123
ANEXO 2.....	131
ANEXO 3.....	152
ANEXO 4.....	161
ANEXO 5.....	172
ANEXO 6.....	175
ANEXO 7.....	178

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.1.1. Información Distribución de Canales Distrito Amazónico.....	6
Tabla.1.2. Información de los enlaces de la Estación Aguarico.....	7
Tabla.1.3. Información de los enlaces de la Estación Guarumo.....	7
Tabla.1.4. Información de los enlaces de la Estación Sansahuari.....	7
Tabla.1.5. Información de los enlaces de la Estación Sacha.....	8
Tabla.1.6. Información Equipos SR- 500.....	9
Tabla.1.7. Información de las Antenas de SR- 500.....	9
Tabla.1.8. Información de las Antenas de SR- 500.....	9
Tabla.1.9. Información de los Equipos WiFi.....	11
Tabla.1.10. Parámetros de equipos Orinoco 1000 COR inalámbrico.....	11
Tabla.1.11. Parámetros de equipos Orinoco 1100 ROR inalámbrico.....	12
Tabla.1.12. Distribución de Centrales Telefónicas en el Distrito Amazónico....	13
Tabla.1.13. Aplicaciones del sistema informático del Distrito Amazónico.....	13
Tabla.1.14. Distribución del router en el Distrito Amazónico.....	14
Tabla.2.1. Tipos de terminales BGAN.....	21
Tabla 2.2. Terminal Wideye Sabre1.....	21
Tabla.2.3. Terminal HNS 9201.....	22
Tabla.2.4. Terminal Thrane & Thrane Explorer 500.....	23
Tabla.2.5. Terminal Thrane & Thrane Explorer 700.....	24
Tabla.2.6. Terminal Nera WorldPro 1000.....	25
Tabla.2.7. Terminal HNS R-BGAN.....	26
Tabla.2.8. Estándares de las redes inalámbricas LAN.....	33
Tabla.2.9. Especificaciones técnicas de los estándares.....	34
Tabla.2.10. Especificaciones de los Tipos de Cables.....	46
Tabla.3.1 Número de Usuarios de cada Taladro Móvil.....	60
Tabla.3.2. Resultados de Software: Calculadora Erlang B.....	62
Tabla.3.3. Resultados del tráfico de la aplicación de Internet.....	63
Tabla.3.4. Resultados del tráfico de Tx y Rx de las aplicaciones de Internet...	63
Tabla.3.5. Resultados del tráfico de la aplicación de Intranet.....	63
Tabla.3.6. Resultados del tráfico de Tx y Rx de las aplicaciones de Intranet...	63
Tabla.3.7. Total de ancho de banda digital de Internet.....	64

Tabla.3.8. Total de ancho de banda digital de Intranet.....	64
Tabla.3.9. Total de ancho de banda digital.....	64
Tabla.3.10. Datos de la Estación Terrena (HUB).....	68
Tabla.3.11. Datos del Satélite Inmarsat-4.....	72
Tabla.3.12. Datos del enlace satelital.....	75
Tabla.3.13. Especificaciones mecánicas y ambientales.....	76
Tabla.3.14. Características del software y hardware del PIX 515E.....	93
Tabla.3.15. Estándares de codificación de voz.....	98
Tabla.3.16. Resultados del retardo de VoIP.....	99
Tabla.3.17. Relación de retardos de la G.114.....	99
Tabla.3.18. Resultados del retardo de VoIP con VPN.....	100
Tabla.3.19. Especificaciones técnicas del Access Point 802.11b .....	105
Tabla.3.20. Especificaciones técnicas del Access Point 802.11a .....	106
Tabla.4.1. Propuesta de Compra de equipos.....	109
Tabla.4.2. Propuesta de Renta de equipos.....	110
Tabla.4.3. Costos de la compra de Equipos inalámbricos.....	111
Tabla.4.4. Costos de servicios del tráfico de Internet.....	111
Tabla.4.5. Costos de servicios del tráfico de Intranet.....	112
Tabla.4.6. Costos totales del Proyecto Compra al primer mes.....	112
Tabla.4.7. Costos totales del Proyecto Rentaal primer mes.....	113
Tabla.4.8. Comparativo de propuesta de Renta vs. Compra.....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.1.1. Diagrama del Sistema de Comunicaciones de PETROPRODUCCION.....	3
Figura.1.2. Diagrama de los enlaces en el Distrito Amazónico.....	5
Figura.1.3. Diagrama del Sistema de SR Telecom del Distrito Amazónico.....	8
Figura.1.4. Diagrama del Sistema inalámbrico Orinoco.....	11
Figura.2.1. Diagrama del Sistema BGAN satelital / Banda L y C.....	18
Figura.2.2. Cobertura de Inmarsat BGAN.....	27
Figura.2.3. Cobertura de la huella del haz ancho.....	28
Figura.2.4. Cobertura de la huella angosta del haz satelital.....	29
Figura.2.5. Arquitectura de la red BGAN.....	30
Figura.2.6. Cobertura de la tecnología RBGAN.....	31
Figura 2.7. Arquitectura de la red RBGAN.....	32
Figura.2.8. Sistema Espectro Ensanchado de secuencia directa.....	35
Figura.2.9. Sistema Espectro Ensanchado de salto de frecuencia.....	36
Figura.2.10. Red de la modalidad de infraestructura.....	37
Figura.2.11. Red de la modalidad de ad hoc.....	38
Figura.2.12. Formato de direccionamiento IP.....	40
Figura.2.13. Dispositivo HUB.....	42
Figura.2.14. Dispositivo SWITCH.....	43
Figura.2.15. Dispositivo ROUTER.....	44
Figura.2.16. Conector RJ45.....	45
Figura.2.17. Diagrama esquemático de las VPN.....	47
Figura.2.18. Diagrama esquemático del escenario 1 de PPTP.....	50
Figura.2.19. Diagrama esquemático del escenario 2 de PPTP.....	51
Figura 3.1. Diagrama General de la Red de datos.....	57
Figura.3.2. Diagrama General de la Red de voz.....	58
Figura.3.3. Diagrama del enlace satelital.....	66
Figura.3.4. Diagrama esquemático de la Estación Terrena (HUB).....	68
Figura.3.5. Múltiples Satélites.....	69
Figura.3.6. Satélite Simple.....	69
Figura.3.7. Satélite Inmarsat-4.....	70

Figura.3.8. Área de cobertura en Sudamérica.....	71
Figura.3.9. Transponder del satélite Inmarsat-4.....	72
Figura.3.10. Terminal de usuario de RBGAN.....	73
Figura.3.11. Parámetros de Transmisión Satelital, Ganancias y Perdidas.....	80
Figura.3.12. Configuración de Networking de PETROPRODUCCIÓN.....	94
Figura.3.13. Configuración de solo un usuario.....	95
Figura.3.14. Configuración de múltiples usuarios.....	95
Figura.3.15. Flujo del circuito de voz.....	97
Figura.3.16. Red VPN para Servicio de Telefonía.....	100
Figura.3.17. Transmisión de VoIP.....	101
Figura.3.18. Servicio de fax.....	102
Figura.3.19. Servicio de video conferencia.....	103
Figura.3.20. Diagrama de la red inalámbrica de los taladros de perforación..	104
Figura.3.21. Diagrama Total del Proyecto.....	107

## ÍNDICE DE DATA SHEETS

PDF 1.....	183
PDF 2.....	194
PDF 3.....	204

## GLOSARIO

**AES:** Advanced Encryption Standard.

**AH:** Protocolo de Autenticación.

**ANCHO DE BANDA:** Capacidad máxima de un medio de transmisión o enlace.

**ATM:** Asynchronous Transfer Mode.

**BACKBONE:** Es la columna vertebral de una red de comunicaciones.

**BGAN:** Broadband Global Area Network ó Red Global de Banda Ancha.

**BER:** Bit Error Rate.

**BIT:** Dígito Binario, unidad mínima de información, puede tener dos estados "0" o "1".

**BROADCAST:** paquete enviado por una estación a todas las estaciones de la red.

**BLUETOOTH:** norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica que posibilita la transmisión de voz y datos.

**BYTE:** Grupo de 8 bits que forman un "byte".

**CHECKSUM:** es la suma de la cantidad de bits o bytes en una transmisión que permite conocer si hubo alguna pérdida.

**COR:** Central Outdoor Router.

**ROR:** Remote Outdoor Router.

**CHAP:** Challenge Handshake Authentication Protocol.

**CS-ACELP:** Modulación por Impulsos Codificados.

**DATAGRAMAS:** es un fragmento de paquete que es enviado con la suficiente información.

**DES:** Data Encryption Standard

**DHCP:** Protocolo de configuración dinámica de servidores o Dynamic Host Configuration Protocol

**DSSS:** Espectro Ensanchado de Secuencia Directa.

**ECO:** es causado por las señales reflejadas por el equipo telefónico del extremo distante que regresan al oído del hablante.

**EIGRP:** Protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado

**ESP:** Encapsulamiento de Seguridad de Paquete.

**E-MAIL:** Correo electrónicos.

**ETHERNET:** define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

**FRAME RELAY:** es un servicio de transmisión de voz y datos a alta velocidad.

**FCC:** Federal Communications Comisión.

**FDMA:** Frequency Division Multiple Access es una técnica de acceso múltiple en la que el recurso compartido es el ancho de banda

**FEC:** Forward Error Correction.

**FIREWALL:** Router diseñado para proveer seguridad en la periferia de la red.

**FHSS:** Espectro Ensanchado de Salto de Frecuencia.

**FTP:** File Transfer Protocol

**GATEWAY:** es una puerta de enlace, un nodo en una red informática que sirve de punto de acceso a otra red.

**GGSN:** Gateway GPRS Support Node

**G.114:** es la recomendación de la ITU-T que estipula el retardo máximo tolerable entre extremos de una conexión para voz sobre IP.

**GPS:** Sistema de Posicionamiento Global.

**GPRS:** General Packet Radio Services. Comunicación basada en paquetes de datos, móvil como GSM.

**GRE:** Encapsulación Generico de Ruteo.

**GSO:** Orbita Geoestacionaria.

**HLR:** Home Location Registre

**HPA:** Amplificador de Alta Potencia

**HTTP:** Protocolo de Transferencia de Hipertexto.

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers.

**IETF:** Internet Engineering Task Force, Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet.

**ICM:** Industrial, Científica y Médica.

**IGRP:** Protocolo de enrutamiento de gateway interior.

**IMAP:** Protocolo de acceso de mensajes electrónicos a Internet.

**INTERNET:** Conjunto de redes y ruteadores que utilizan el protocolo TCP/IP y que funciona como una sola gran red.

**INTRANET:** Se llama así a las redes tipo Internet pero que son de uso interno.

**ISDN:** Integrated Services Digital Network

**IPSec:** Seguridad de Protocolo de Internet.

**JITTER:** se refiere a las variaciones abruptas no deseadas en una o más características de una señal.

**LAN:** Redes de Área Local.

**LES:** Land Earth Station.

**L2TP:** Protocolo de Túnel de Capa 2.

**MAC:** Media Access Control.

**MD5:** Algoritmo de Resumen del Mensaje 5.

**MODELO OSI:** es un lineamiento funcional para tareas de comunicaciones y, por consiguiente, no especifica un estándar de comunicación para dichas tareas.

**NIC:** Tarjeta de Interface de red.

**NCS:** Estaciones de Coordinación de Redes o Network Co-ordination Stations.

**NSS:** Networks Switching Subsystem

**NOC:** Centro de Operaciones de Redes o Network Operations Center.

**OFDM:** Modulación por división ortogonal de frecuencia.

**OSPF:** Primero la ruta libre más corta.

**PAP:** Password Authentication Protocol.

**PBSS:** Packet Base Station Subsystem.

**PDA:** Ayudante personal digital.

**P.I.R.E.:** Potencia Isotrópica Radiada Efectiva.

**PN:** Secuencia de pseudo-ruido.

**POP3:** Protocolo Postal de Oficina.

**PPP:** Protocolo Punto a Punto.

**PPTP:** Protocolo de Túnel Punto a Punto.

**PSK:** Phase Shift Keying.

**PSTN:** Red telefónica pública conmutada.

**QAM:** Quadrature amplitude modulation.

**QPSK:** Quadrature Phase Shift Keying.

**RAS:** Remote Access Server.

**RBGAN:** Regional Red Global de Banda Ancha (BGAN).

**RIP:** Protocolo de Información de Enrutamiento.

**SA:** Asociación de Seguridad.

**SAS:** Sistema de acceso satelital

**SGSN:** Serving GPRS Support Node

**SMTP:** Protocolo simple de transferencia de correo electrónico.

**SNMP:** Protocolo Simple de administración de red.

**SP PoP:** Service Provider Point of Presence

**STP:** Cable de par trenzado blindado.

**STREAMING:** Distribución de contenido multimedia a través del Internet.

**TDM:** es una técnica de multiplexación en la que los distintos canales se transmiten en distintos instantes de tiempo (*slot*) utilizando todo el ancho de banda asignado.

**TDMA:** Time Division Multiple Access es una técnica de acceso múltiple en la que el recurso compartido es el tiempo.

**TCP/IP:** Protocolo de Control de Transporte/Protocolo de Internet.

**TIFF:** Formato de archivo de imágenes con etiquetas.

**THROUGHPUT:** Cantidad de información que se transmite por un medio de una unidad de tiempo.

**TLS:** Seguridad para Capa de Transporte.

**TOKEN RING:** es una arquitectura de red del standard IEEE 802.5.

**TRASLAPE DEL HABLA:** cuando dos personas hablan casi al mismo tiempo

**TT&C:** Monitoreo, telemetría y control.

**UDP:** User Datagram Protocol.

**URL:** Localizador uniforme de recurso.

**USB:** Universal Serial Bus.

**UTP:** Cable de par trenzado no blindado.

**VPN:** Redes Privadas Virtuales.

**VLAN:** Red de Área Local Virtual.

**VoIP:** es una red de paquetes de datos para transportar tráfico de voz en tiempo real.

**WiFi:** es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en las especificaciones IEEE 802.11.

**Wimax:** Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas.

**WLAN:** Redes de Área Local Inalámbrica.

**WEP:** Wired Equivalent Privacy.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

PETROECUADOR es una empresa que se dedica a la explotación de petróleo a través de varias empresas filiales, una de ellas es PETROPRODUCCIÓN, la cual se encarga de la exploración y explotación del petróleo. Para lograr este objetivo cuenta con varios pozos para la extracción de este hidrocarburo; los cuales se encuentran distribuidos alrededor de las estaciones petroleras.

Este proyecto evaluará varias opciones tecnológicas que permitan la comunicación de voz, datos y video hacia los taladros móviles. Los taladros móviles son los encargados de la perforación y el reacondicionamiento de los pozos petroleros, en toda la parte del Oriente Ecuatoriano.

La empresa PETROPRODUCCIÓN realiza los trabajos de extracción y producción del petróleo en la región oriental del Ecuador, denominando a este sector como el Distrito Amazónico. Además en la ciudad de Quito se ubican dos edificios para la gestión administrativa de la empresa; en el sector del Valle de los Chillos (San Rafael) se encuentra el Laboratorio de Geología y Yacimientos; y, finalmente, en la ciudad de Guayaquil está localizado el Centro de Investigaciones Geológicas.

A lo largo del Distrito Amazónico existen varios campos petroleros que son: Lago Agrio, Charapa, Frontera, V.H.R, Parahuacu, Atacapi, Frontera, Tetete, Sansahuari, Guanta, Libertador, Cuyabeno, Aguarico, Cuyabeno, Shushufindi, Pucuna, Sacha, Limoncocha, Payamino, Culebra, Yulebra, Yuca, Palanda, Puma, Pindo, Auca, Cononaco, Tiguino, Armadillo Sur. En cada uno de estos lugares mencionados se cuenta con al menos un pozo productor de petróleo, alrededor de los cuales, los taladros contratados por PETROPRODUCCIÓN, tienen que movilizarse con toda su maquinaria y efectuar un trabajo, rápido y eficiente. Estos taladros móviles se trasladan en container y camper, siendo este último el alojamiento de los trabajadores. En el camper además se realizan registros diarios de las actividades de los pozos.

Actualmente el único medio de comunicación es un sistema fijo móvil a través de radios tipo Motorola proporcionados por PETROPRODUCCIÓN. En los campamentos del Distrito existen algunos servicios de comunicación como: voz, datos, Internet, Intranet, etc, que serán detallados más adelante en la sección 1.5.

La empresa PETROPRODUCCIÓN brinda el servicio de comunicación de voz y datos a lo largo del oleoducto del Distrito Amazónico en base a sistemas de microondas digital para el backbone<sup>1</sup>; y, un sistema de redes inalámbricas WiFi<sup>2</sup> para el acceso a las distintas áreas de trabajo en los campamentos de perforación.

El estudio de este proyecto está centrado principalmente en ofrecer servicios básicos de comunicación a estos taladros móviles que van errantes por cada pozo haciendo trabajos que duran aproximadamente 90 días. Con este proyecto se podrá tomar decisiones en el proceso de perforación y de supervisión en tiempo real; adicionalmente permitirá contar con información actualizada del stock en bodega para la emisión de los pedidos de materiales que se requiere para la perforación, optimizando tiempo y recursos.

---

<sup>1</sup> **Backbone.-** Es la columna vertebral de una red de comunicaciones. Es una serie de nudos interconectados que forman un eje de conexión principal.

<sup>2</sup> **WiFi** es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en las especificaciones IEEE 802.11.



## **1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ENLACES DE MICROONDAS DEL DISTRITO AMAZÓNICO**

En la figura 1.2 se encuentra un diagrama con la ubicación geográfica de los enlaces de microonda Harris en el Distrito Amazónico. Es importante tomar en cuenta que con la nueva adquisición de equipos de radio Harris modelo TRUEPOINT, el sistema de comunicaciones ahora cuenta con una capacidad de canales de 16 E1's para cada campamento que se encuentra en el Distrito Amazónico.

En el *Anexo 1* se detalla las especificaciones técnicas, características geográficas y datos de los enlaces del sistema de microondas Harris que existe en el Distrito Amazónico.

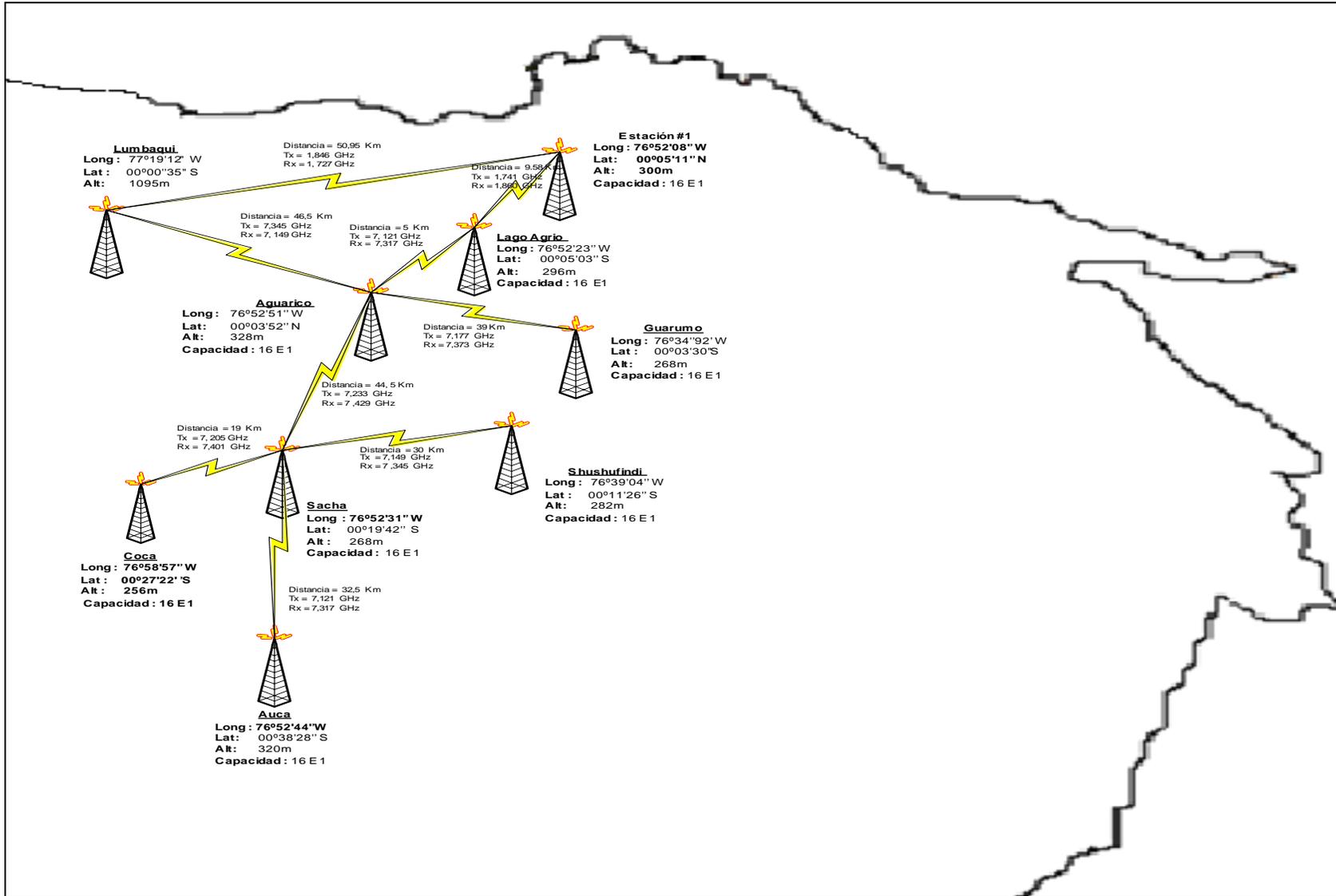


Figura. 1.2. Diagrama de los enlaces en el Distrito Amazónico

### 1.2.1 Distribución de Canales

En la siguiente tabla se muestra la distribución de canales que existe en el Distrito Amazónico

**Tabla. 1.1. Información Distribución de Canales Distrito Amazónico**

ESTACIONES	CAPACIDAD DISPONIBLE	VOZ	DATOS	LIBRES
<b>Lago Agrio</b>	480	245	45	190
<b>Guarumo</b>	60	51	3	6
<b>Aguarico</b>	240	118	8	114
<b>Shushufindi</b>	60	34	2	24
<b>Coca</b>	60	16	2	42
<b>Auca</b>	60	34	2	24
<b>Sacha</b>	60	34	2	24

## 1.3. SISTEMA DE MICROONDAS DIGITAL SR 500

### 1.3.1 Generalidades

El SR500 es un sistema modular que se utiliza para construir redes de acceso inalámbrico fijo que permiten dar servicios de telecomunicaciones como telefonía y transmisión de datos para abonados que se encuentran en zonas rurales y suburbanas.

Los enlaces radio eléctricos se han convertido en una alternativa rentable con respecto al cable por la disminución en costos, la cantidad de servicios que se pueden integrar en estos enlaces y la rapidez de expansión que permite llegar a más usuarios.

### 1.3.2 Sistema SR 500 en el Distrito Amazónico

El sistema de Microondas Digital Punto – Multipunto SR500 se encuentra en funcionamiento en el Distrito Amazónico, su finalidad es proporcionar servicios de voz y datos a lugares de difícil acceso, donde no es factible llegar con enlaces de microonda punto a punto por motivo de costo y de ubicación.

Las características generales y técnicas de las estaciones fijas y las repetidoras del sistema SR-500 se presentan a continuación. La estación de origen esta ubicada en la localidad de Aguarico y de esta se derivan enlaces punto multipunto a otras estaciones.

### 1.3.2.1 Estación Aguarico

Tabla. 1.2. Información de los enlaces de la Estación Aguarico

Instalaciones Localidad	Longitud	Latitud	Altura (m)	Distancia (Km)
Parahuaco	76°42'58.57"W	00°05'0.75" N	312	18.44
Guarumo	76°34'8.93"W	00°03'24.47"S	252	37.2
Sacha	76°52'30.43" W	00°19'43.3" S	268	43.5

### 1.3.2.2 Estación Guarumo

Tabla. 1.3. Información de los enlaces de la Estación Guarumo

Instalaciones Localidad	Longitud	Latitud	Altura (m)	Distancia (Km)
Sucumbios	76°35'16.63"W	00°00'47.27" S	285	8.01
Shushuqui	76°34'44.8"W	00°04'11.18"N	277	14.04
Shuara	76°33'26.6" W	00°01'39.2" N	258	9.42
Tetete	76°31'51.13" W	00°10'53.3" N	284	26.69
Pichincha	76°34'26.6" W	00°01'57.7" N	253.69	2.72
Sansahuari	76°17'33.32" W	00°06'40.2" N	280.2	35.95

### 1.3.2.3 Estación Sansahuari

Tabla.1.4. Información de los enlaces de la Estación Sansahuari

Instalaciones Localidad	Longitud	Latitud	Altura (m)	Distancia (Km)
V.H.R.	76°17'38.40"W	00°18'08.68"N	254.3	21.14
Cuyabeno	76°16'49.32"W	00°01'31.33" N	245.7	9.59

### 1.3.2.4 Estación Sacha

Tabla.1.5. Información de los enlaces de la Estación Sacha

Instalaciones Localidad	Longitud	Latitud	Altura (m)	Distancia (Km)
Pucuna	76°59'56.6" W	00°15'42.6" S	318.49	15.66
Yuca	76°46'55.9" W	00°27'56.5" S	274	18.34
Sacha Norte 1	76°51'23.49" W	00°18'28.5" S	269.12	3.10
Sacha Norte2	76°50'34.8" W	00°13'10.6" S	276.49	12.59
Shushufindi Norte	76°38'47" W	00°08'58" S	260	32.5
Shushufindi Sur	76°39'7.0" W	00°14'38" S	260	26.6

En la figura 1.3 se encontrará la ubicación de las estaciones fijas y las repetidoras del sistema inalámbrico SR500

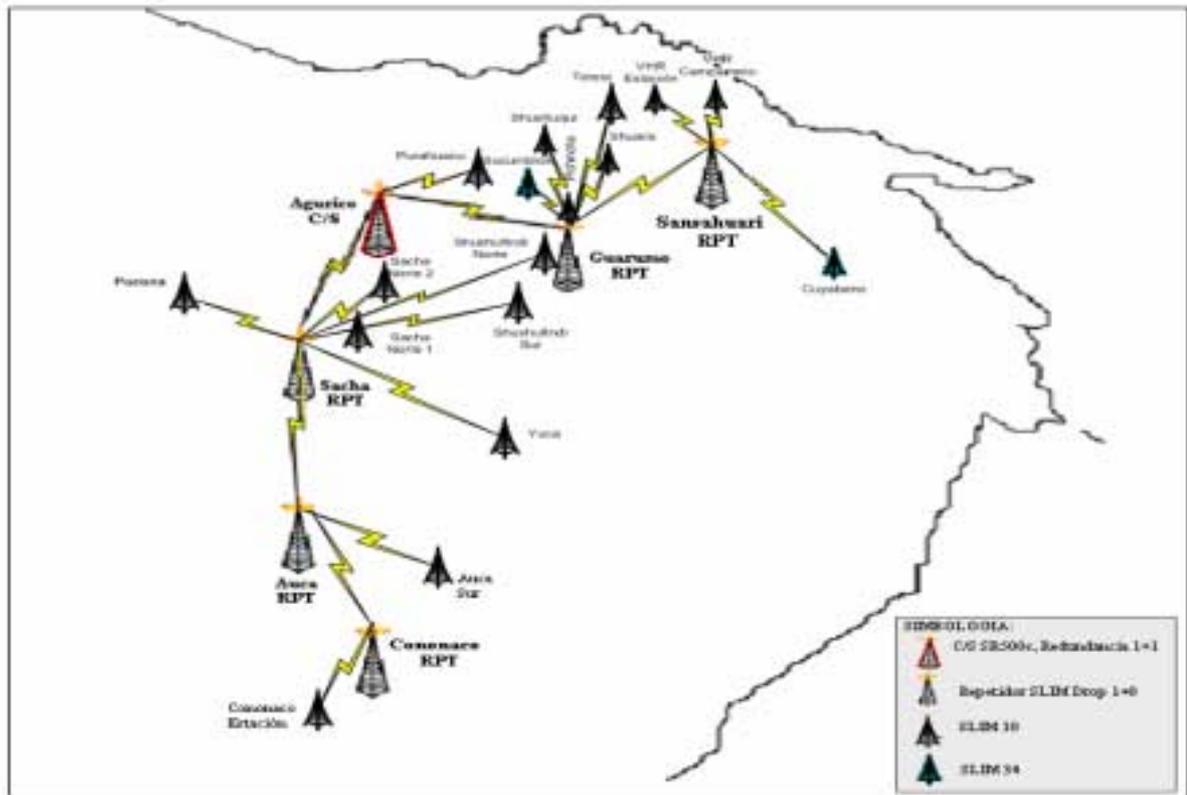


Figura. 1.3. Diagrama del Sistema de SR Telecom del Distrito Amazónico

### 1.3.3 Equipos

A continuación se muestra la tabla de las especificaciones de los equipos de las estaciones repetidoras (SR 500 R/R) y las estaciones fijas (SR 500 O/S).

Tabla.1.6. Información Equipos SR- 500

Características	Estación
Marca	SR Telecom
Modelo	SR 500 R/R / SR 500 O/S
Rango de Frecuencia	1400 – 2700 MHz
Ancho del Canal	3.5 MHz
Separación entre Tx y Rx	49 MHz
Potencia de Salida	37 dBm
Sensibilidad	-90 dBm

### 1.3.4 Antenas

En las siguientes tablas se presenta las especificaciones de las antenas de las estaciones repetidoras y las estaciones fijas.

Tabla.1.7. Información de las Antenas de SR- 500

Estaciones SR – 500	Rango de Frecuencia (MHz)	Tipo	Ganancia (dB)
Aguarico	1425 – 1535	Omnidireccional	10
Guarumo	1427 – 1536	Parabólica	29
Sacha	1425 – 1536	Parabólica	16
Sansahuari	1427 – 1535	Parabólica	29
Parahuaco	1427 – 1535	Parabólica	29
Sucumbios	1425 – 1536	Panel	75.5
Shushuqui	1427 – 1535	Parabólica	23
Shuara	1427 – 1535	Parabólica	23
Tetete	1427 – 1535	Parabólica	23
Pichincha	1425 – 1535	Panel	17.5

Tabla.1.8. Información de las Antenas de SR- 500

Estaciones SR – 500	Rango de Frecuencia (MHz)	Tipo	Ganancia (dB)
Cuyabeno Estación	1425 – 1535	Panel	17.5
Cuyabeno Campamento	1425 – 1535	Panel	17.5
Pucuna	1425 – 1535	Panel	17.5
Yuca	1427 – 1535	Parabólica	23
Sacha Norte 1	1427 – 1535	Panel	17
Sacha Norte 2	1427 – 1535	Parabólica Grilla	23
Shushufindi Norte	1425 – 1535	Parabólica Grilla	29
Shushufindi Sur	1425 – 1535	Parabólica Grilla	29

## 1.4. SISTEMA LAN INALÁMBRICAS (WLAN)

### 1.4.1 Generalidades

Los sistemas inalámbricos WLAN pueden enlazarse de dos formas: punto a punto y punto a multipunto dependiendo de las necesidades del usuario. Estos estándares permiten mayores tasas de transmisión a un menor costo, lo que justifica el uso de tecnología inalámbrica.

Las redes inalámbricas (WLAN) se utilizan para acceder a información compartida sin necesidad de utilizar un enlace cableado; además, permite a los administradores ampliar la red sin instalar o mover cables.

### 1.4.2 Sistema inalámbrico en el Distrito Amazónico

En los campamentos del Distrito Amazónico se encuentran instalados radios inalámbricos (Orinoco) que se utilizan en la red LAN para conectar a los departamentos de PETROPRODUCCIÓN, con la finalidad de que los funcionarios accedan a la Intranet corporativa y a Internet.

El sistema inalámbrico de exteriores Orinoco que existe en los campamentos consiste de:

- **Central Outdoor Router (COR):** es el router central de la red multipunto. Esta unidad se encuentra ubicada en el centro del campamento de petróleo, especialmente en el departamento de Telecomunicaciones, donde se encuentran las torres para las antenas.
- **Remote Outdoor Router (ROR):** es un router remoto que esta localizado en las terminales de la red, en el caso de los campamentos, estos ROR están ubicados en cada departamento, interconectando los computadores por medio de un switch Ethernet, como se muestra en la figura 1.4. Para obtener un enlace punto – punto es necesario de dos ROR y para un

enlace punto – multipunto se utiliza un COR y un ROR, como en el caso de los campamentos de petróleo.



Figura. 1.4. Diagrama del Sistema inalámbrico Orinoco

A continuación se muestra las características generales y técnicas de los equipos del sistema inalámbrico WLAN que existen en los campos del Distrito Amazónico

Tabla. 1.9. Información de los Equipos WiFi

Equipo	COR	ROR
Marca	Orinoco 1000	Orinoco 1100
Banda de Trabajo	2.4 – 2.462 GHz	2.4 – 2.462GHz
Data Rate	11 Mb/s	11 Mb/s
BER	$10^{-5}$	$10^{-5}$
Potencia de transmisión	32 mW	32 mW

En las siguientes tablas se encuentran los datos técnicos de los enlaces que existen en los distintos departamentos de cada campamento del Distrito Amazónico.

Tabla.1.10. Parámetros de equipos Orinoco 1000 COR inalámbrico

Campamento	Ubicación	Frecuencia de Trabajo	Tipo de antena	Altura de la antena
Lago Agrio	Sistemas	2.4 GHz	Omnidireccional	30 m
Sacha	Comunicaciones	2.4 GHz	Omnidireccional	34.5 m
Sucumbios	Comunicaciones	2.4 GHz	Omnidireccional	25 m
Cuyabeno	Comunicaciones	2.4 GHz	Omnidireccional	20 m
Shushufindi	Comunicaciones	2.4 GHz	Omnidireccional	20 m
Coca	Comunicaciones	2.4 GHz	Omnidireccional	10 m
Guarumo	Comunicaciones	2.4 GHz	Omnidireccional	25 m
Auca	Comunicaciones	2.4 GHz	Omnidireccional	18 m

**Tabla.1.11. Parámetros de equipos Orinoco 1100 ROR inalámbrico**

Campamento	Departamento	Distancia	Tipo de antena	Altura de la antena
<b>Lago Agrio</b>	Alianzas	800 m	Grilla	5 m
	Protección Integral	1500 m	Grilla	10 m
	Bodega	300 m	Grilla	4.5 m
	Lago Central	1000 m	Grilla	12 m
	Combustibles	100 m	Grilla	4 m
	Refinería	120 m	Grilla	3 m
<b>Sacha</b>	Producción	150 m	Grilla	5 m
	Mantenimiento Automotriz	300 m	Grilla	8 m
	Turbinas	250 m	Grilla	5 m
<b>Sucumbios</b>	Mantenimiento EQP	700 m	Grilla	5 m
	Mantenimiento Eléctrico	800 m	Grilla	8 m
	Estación de Generación Wartsila	850 m	Grilla	15 m
<b>Cuyabeno</b>	Producción	200 m	Grilla	3 m
	Mantenimiento	150 m	Grilla	4.5 m
<b>Shushufindi</b>	Producción	400 m	Grilla	5 m
	Turbinas	100 m	Grilla	5 m
<b>Coca</b>	Bodega	150 m	Grilla	6 m
	Bombeo Hidráulico	80 m	Grilla	6 m
<b>Guarumo</b>	Materiales	800 m	Grilla	15 m
<b>Auca</b>	Producción	90 m	Grilla	6 m

## 1.5. SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES DEL DISTRITO AMAZÓNICO

En los campamentos del Distrito Amazónico existen varios servicios de telecomunicaciones como: televisión, voz, correo electrónico, Internet, Intranet y distintas aplicaciones de datos que brindan los servidores.

### 1.5.1. Servicio de Telefonía

En todos los campamentos del Distrito Amazónico se encuentran centrales telefónicas que dan servicio de voz a los funcionarios. En la siguiente tabla se muestra la capacidad, la disponibilidad y la utilización de las extensiones de las centrales telefónicas.

Tabla. 1.12. Distribución de Centrales Telefónicas en el Distrito Amazónico

CAMPAMENTOS	MODELO DE CENTRAL TELEFONICA	CAPACIDAD		UTILIZACION
		Ext. Digital	Ext. Analógico	
Lago Agrio	Meridiam 81C	160	304	161
Sacha	Meridiam 11B	32	80	67
Shushufindi	Meridiam 11B	32	80	64
Auca	Meridiam 51C	16	64	40
L. A, materiales	Panasonic 1232	64	32	26
Guarumo	Meridiam 61	32	64	20
Secoya	Panasonic 1232	0	32	16
Coca	Panasonic 1232	0	32	13
Cuyabeno	Panasonic 1232	0	32	8
Tierra colorada	Panasonic 1232	0	32	7

### 1.5.2. Servicio de Datos

En todos los campamentos se tiene transmisión de datos, que es transportada a través del backbone de PETROPRODUCCIÓN. Con esto, se provee de Internet, Intranet y las siguientes aplicaciones de los sistemas informáticos:

Tabla. 1.13. Aplicaciones del sistema informático del Distrito Amazónico

Aplicación	Servidor
Correo electrónico	X-SERIES
Página WEB	DELL
PPR02: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reservaciones</li> <li>• Contratos</li> <li>• Dispensario y Farmacia</li> <li>• Producción</li> </ul>	ISERES <sup>4</sup>
PANLAGO: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales</li> <li>• Mantenimiento</li> <li>• Combustibles</li> <li>• Inspección Técnica</li> </ul>	ISERIES

<sup>4</sup> **ISERIES** es una familia de servidores diseñados para reducir la complejidad, racionalizar su infraestructura y mejorar la productividad. Los servidores ISERIES proporcionan herramientas de administración de carga de trabajo para ejecutar múltiples sub-sistemas para distintas aplicaciones.

En la siguiente tabla se muestra la configuración IP que tienen los routers en el Distrito Amazónico.

**Tabla. 1.14. Distribución del router en el Distrito Amazónico.**

Puerto	Dirección Origen	Dirección Remota	Sub-Red Remota	Campo
Ethernet 1	172.16.33.10 255.255.240.0			Lago Agrio
Serial 0/0	192.168.18.38 255.255.255.252	192.168.18.37 255.255.255.252	172.16.48.0 255.255.240.0	Quito
Serial 1/0	192.168.18.58 255.255.255.252	192.168.18.57 255.255.255.252	172.16.120.1 255.255.255.0	Sacha
Serial 1/1	192.168.18.62 255.255.255.252	192.168.18.61 255.255.255.252	172.16.113.1 255.255.255.0	Coca
Serial ½	192.168.18.66 255.255.255.252	192.168.18.65 255.255.255.252	172.16.125.1 255.255.255.0	Shushufindi
Serial 1/3	192.168.18.70 255.255.255.252	192.168.18.69 255.255.255.252	172.16.65.1 255.255.255.0	Sucumbios
Serial ¼	192.168.18.74 255.255.255.252	192.168.18.73 255.255.255.252	172.16.81.1 255.255.255.0	Auca
Serial 1/5	192.168.18.78 255.255.255.252	192.168.18.77 255.255.255.252	172.16.97.1 255.255.255.0	VHR
Serial 1/6	192.168.18.82 255.255.255.252	192.168.18.81 255.255.255.252	172.16.71.1 255.255.255.0	Cuyabeno
Serial 1/7	192.168.18.102 255.255.255.252	192.168.18.101 255.255.255.252	172.16.99.1 255.255.255.0	Guarumo

### 1.5.3. Servicio de televisión

En los campamentos existe el servicio de televisión con canales nacionales y canales por satélite. Los canales nacionales son transmitidos vía VHF con una repetidora que existe en campamento Bermejo; los canales a retransmitirse son: Telemazonas y Gamavisión.

Los canales por satélite son recibidos por terminales de Direct TV, que son decodificados, modulados y combinados en todos los campamentos para ser retransmitidos a los funcionarios. En promedio existen siete canales por cada campamento grande y de tres a cuatro canales de televisión en los campamentos más pequeños.

## **1.6. ANALISIS DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS**

### **1.6.1. Antecedentes de los taladros móviles del Sistema de Energía**

Los taladros móviles cuentan con camper, container, maquinaria y una torre de perforación. En los taladros de perforación existe un promedio de cinco camper que son habitaciones y oficinas para los funcionarios, tienen una torre para el taladro que mide entre 45,72 [m] y 51,52 [m] de altura; utilizan tres container que además sirven para transportar la maquinaria pesada.

En cambio en los taladros de reacondicionamiento existen en promedio dos y tres camper que son habitaciones y oficinas. Poseen una torre para el taladro que mide entre 27,43 [m] y 34,14 [m]. Al igual que en los taladros de perforación utilizan container para el traslado de la maquinaria.

Los catorce taladros móviles tienen un sistema de energía de corriente alterna (AC) de 220 y 110 [V] para la parte eléctrica. Además cuentan con corriente continua (DC) de 12 [V] para los equipos de radio proporcionados por PETROPRODUCCIÓN. Cada uno de estos poseen generadores que permiten el funcionamiento de los motores del taladro; esto también energiza a los equipos que se encuentran en los camper del taladro.

El sistema de energía eléctrico de AC alimenta los equipos de informática como: computadoras, impresoras, switch, etc; y los electrodomésticos como: refrigeradora, microondas, televisión, radio, decodificadores de televisión, etc. Existe en cada taladro el cargador de batería para los radios Motorola que proporciona PETROPRODUCCIÓN para la comunicación de voz con la empresa.

En el *Anexo 2* se encuentra detalla la información obtenida en las visitas realizadas a los taladros móviles de perforación y de reacondicionamiento.

### **1.6.2. Solución del proyecto**

Es importante destacar que en el Oriente Ecuatoriano la vegetación es demasiado exuberante, puesto que existen árboles que miden más de 30 metros de altura. Esto ocasiona obstáculos en los enlaces inalámbricos.

Un estudio acerca de la tecnología Wimax<sup>5</sup> determinó que era posible implementarse debido a que no requiere de línea de vista en un diámetro de 5 [km], y que puede tener un alcance máximo de comunicación con línea de vista de hasta 50 [km]. Pero surge un gran inconveniente al querer implementar esta tecnología, ya que se necesita incorporar mayor infraestructura, lo que elevaría el costo del proyecto haciéndolo no viable.

Debido a estos problemas se optó por el sistema satelital BGAN como una solución para el presente proyecto. Para los taladros móviles de perforación se necesita mayores servicios de comunicación, por lo que es necesario agregar un sistema inalámbrico WiFi, que sea capaz de satisfacer todos los requerimientos de los funcionarios. En cambio, para los taladros de reacondicionamiento no es indispensable incorporar una red WLAN, ya que el terminal BGAN tiene interfaces para formar redes de área local (LAN) interna. En los siguientes capítulos se especifica los servicios que tienen los terminales BGAN y el costo requerido para la implementación de este proyecto.

---

<sup>5</sup> **Wimax** (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas) es un estándar de transmisión inalámbrica de datos del estándar 802.16, que proporcionan accesos concurrentes en áreas de hasta 50 kilómetros de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. RED GLOBAL DE BANDA ANCHA (BGAN)

**2.1.1 Definición de BGAN.** La red BGAN (Broadband Global Area Network ó Red Global de Banda Ancha) es el sistema de comunicaciones móviles de banda ancha por satélite que provee simultáneamente servicios de voz y datos a gran velocidad y con cobertura a nivel mundial a través de un terminal de usuario sencillo de operar.

El sistema de comunicaciones BGAN está compuesto por dos tipos de transpondedores: el uno soporta enlaces desde el satélite hasta el terminal móvil en banda L (1.6GHz en enlace ascendente, 1.5GHz en el enlace descendente) y el otro soporta enlaces desde el satélite hasta el sistema de acceso satelital (SAS) o estación terrena en banda C (6.4GHz en el ascendente, 3.5GHz en el descendente).

En la siguiente figura se encuentra el diagrama de los transpondedores del sistema BGAN satelital.

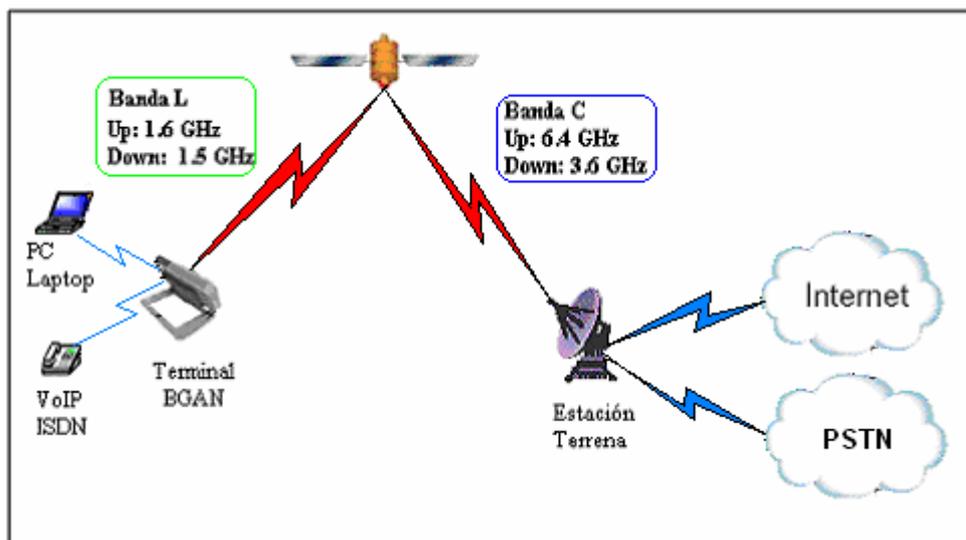


Figura 2.1. Diagrama del Sistema BGAN satelital / Banda L y C

Además del sistema BGAN, existe el sistema Regional BGAN que también utiliza satélites Inmarsat-4 (I-4) para cubrir las áreas de Europa, África, Medio Oriente y Asia; y, con el lanzamiento del segundo satélite Inmarsat F2 – AOR 53° W en noviembre del 2005, la cobertura de la red RBGAN incluye a América Latina.

### 2.1.2 Características Principales

Los terminales BGAN y RBGAN son pequeños, livianos y compactos como una laptop portátil, a comparación de otros sistemas satelitales, lo que permite ofrecer movilidad. Los equipos BGAN trabajan a una velocidad de transmisión de hasta 492 kbps en enlace ascendente y descendente, en cambio el equipo RBGAN solo trabaja a una velocidad de transmisión de 144 kbps.

Para zonas de difícil conexión con las redes BGAN y RBGAN se puede colocar una antena externa.

A continuación se describe los principales servicios de los terminales BGAN y RBGAN.

### 2.1.2.1. Servicio de Voz

#### ➤ Terminales BGAN

- Existe tráfico de voz por medio de redes de conmutación de circuitos, a través de líneas telefónicas ISDN<sup>1</sup> convencionales de 64 kbps y calidad de voz a baja velocidad en 4.8 kbps.
- Existe tráfico de datos por conmutación de paquetes para acceder a servicios de fax, voz sobre IP y videoconferencia.
- En telefonía se ofrece servicios tales como: retención de llamadas, llamada en espera, reenvío de llamadas, recepción de mensajes cortos y correo de voz.

#### ➤ Terminal RBGAN

- El terminal RBGAN se puede acceder a los servicios de fax, voz sobre IP y videoconferencia.

### 2.1.2.2. Servicio de datos en terminales BGAN y RBGAN

- Se brinda servicio de datos por conmutación de paquetes IP.
- A través de la estación terrena se tiene acceso a Internet, y por lo tanto se tiene aplicación de correo electrónico, ftp, transferencia de archivos, web, videoconferencia, etc.
- Permite el desarrollo de aplicaciones como: tele-medicina, telemetría, seguridad, tele- educación; además de audio, texto y video streaming<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> **ISDN** (Integrated Services Digital Network) Las líneas ISDN son conexiones realizadas por medio de líneas telefónicas ordinarias para transmitir señales digitales en lugar de analógicas, permitiendo que los datos sean transmitidos más rápidamente que con un módem tradicional.

<sup>2</sup> **Streaming** es un término que describe una estrategia sobre demanda para la distribución de contenido multimedia a través del Internet.

- Permite ofrecer el servicio de Intranet a través de redes privadas virtuales (VPN) que soportan prácticamente todas las criptografías conocidas.

### 2.1.2.3. Servicio de GPS (Sistema de Posicionamiento Global)

**Definición de GPS.-** es el Sistema de Posicionamiento Global, que utiliza 24 satélites orbitales. En los sistemas BGAN y RBGAN se utiliza GPS diferencial para determinar la posición con una precisión hasta de centímetros.

El funcionamiento normal de un receptor GPS, como de los terminales BGAN y RBGAN, se recibe las señales de por lo menos tres satélites permitiendo calcular la latitud, la longitud y la altura de la posición geológica. A esto se denomina cálculo basado en 3-dimensiones o 3-D. Si solo dos satélites pueden ser localizados por el receptor GPS, entonces la medida de la altura se asume y el receptor GPS calcula la posición basándose en la latitud y longitud solamente. A esto se llama cálculo basado en 2-dimensiones o 2-D, siendo más rápido y más fácil que la de 3-D; pero puede ser menos exacto.

Existen tres formas de clasificar la información de la ubicación del receptor GPS y estas son:

- **Ubicación caliente.-** Si el receptor GPS frecuentemente está usándose, (es decir, por lo menos de dos a seis horas utilizando del termina móvil), los satélites del GPS envían constantemente la información, y tan sólo toma pocos segundos para obtener datos del GPS después de encendido.
- **Ubicación tibia.-** Si un receptor GPS no se ha usado por más de seis horas, entonces este se demorará más tiempo para obtener datos del GPS, desde 45 segundos.
- **Ubicación fría -** Si el receptor GPS no se ha usado durante algún tiempo o se ha movido 300 km o más de dónde fue usado la última vez. El receptor GPS puede tomar entre 10 y 20 minutos para obtener los datos de la posición.

### 2.1.3. Descripción de los tipos de terminales BGAN

Existen varios equipos terminales BGAN que tienen distintas características, especificaciones, y servicios. La tabla siguiente muestra algunos modelos de los terminales BGAN.

**Tabla 2.1. Tipos de terminales BGAN**

Nombre del equipo BGAN	Fabricante
Wideye Sabre1	Addvalue Communications
HNS 9201	Hughes Network Systems.
Explorer™ 500	Thrane & Thrane
Explorer 700	Thrane & Thrane
Nera WorldPro 1000	Nera SatCom.

En las siguientes tablas se colocarán las características de mayor importancia para los equipos descritos en la tabla 2.1.

#### 2.1.3.1. Terminal Wideye Sabre1<sup>3</sup>

**Tabla 2.2 Terminal Wideye Sabre1**

Características principales del Terminal Wideye Sabre1	
Diagrama:	
Fabricante:	Addvalue Communications
Velocidad de Tx::	Enlace ascendente 240kbps Enlace descendente 384kbps
Capacidad de Streaming IP:	32kbps, 64kbps (transmisión y recepción)
Interfaces:	USB, Bluetooth, Ethernet
Voz:	Via RJ11 or Bluetooth
Dimensiones y Peso:	384 x 180mm (1.2kgs)

<sup>3</sup> [http://broadband.inmarsat.com/about/wideye\\_sabre1.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/wideye_sabre1.aspx)

### 2.1.3.2. Terminal HNS 9201<sup>4</sup>

Tabla. 2.3. Terminal HNS 9201

Características principales del Terminal HNS 9201	
Diagrama:	
Fabricante:	Hughes Network Systems
Velocidad de Tx:	Enlace ascendente 492kbps Enlace descendente 492kbps
Capacidad de "Streaming IP":	32, 64, 128, 256kbps (transmisión y recepción)
Interfaces:	USB, Ethernet, WLAN 802.11b
Servicio de Voz:	ISDN (1 canal x 64kbps), 3.1 kHz audio
Protocolos:	Encriptación (WEP), DHCP
Dimensiones:	345 x 275mm
Peso	2.8kgs
Energía Externa	20 [V] DC, 110-240 [V] AC
Voltaje de entrada	11.1 [V] DC
P.I.R.E. máximo	+ 20 dBW

<sup>4</sup> [http://broadband.inmarsat.com/about/hns\\_9201.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/hns_9201.aspx)

### 2.1.3.3. Terminal Thrane & Thrane Explorer 500<sup>5</sup>

Tabla. 2.4. Terminal Thrane & Thrane Explorer 500

<b>Características principales del Terminal Thrane &amp; Thrane Explorer 500</b>	
Diagrama:	
Fabricante:	Thrane & Thrane
Velocidad de Tx:	Enlace ascendente 448 kbps Enlace descendente 464 kbps
Capacidad de Streaming IP:	32, 64, 128kbps (transmisión y recepción)
Interfaces:	USB, Bluetooth, Ethernet
Servicio de Voz:	Utiliza ISDN con conectores RJ11 o Bluetooth (100 m); 3.1khz audio
Dimensiones:	217 x 217mm
Peso:	<1.5kgs
Energía Externa	15 [V] DC, 110-240 [V] AC, (47-63 Hz)
Voltaje de entrada	10-16 [V] DC
P.I.R.E. máximo	+15.1dBW $\pm$ 1dB

<sup>5</sup> [http://broadband.inmarsat.com/about/explorer\\_500.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/explorer_500.aspx)

### 2.1.3.4. Terminal Thrane & Thrane Explorer 700<sup>6</sup>

Tabla. 2.5. Terminal Thrane & Thrane Explorer 700

<b>Características principales del Terminal Thrane &amp; Thrane Explorer 700</b>	
Diagrama:	
Fabricante:	Thrane & Thrane
Velocidad de Tx:	Enlace ascendente 448 kbps Enlace descendente 464 kbps
Capacidad de Streaming IP:	32, 64, 128, 256kbps (transmisión y recepción)
Interfaces:	USB, Ethernet (x2), Bluetooth, WLAN 802.11a/b/g
Servicio de Voz:	Utiliza ISDN (2 canales x 64kbps), posee 2 puntos con conexión RJ11 y Bluetooth; 3.1khz audio, 4kbps
Protocolos:	Encriptación (WEP/WPA/WPA2), Digital I/O(x2)
Dimensiones:	290 x 399mm
Peso:	3.2kgs
Energía Externa	100-240 [V] AC (47-63 Hz)
Voltaje de entrada	10-32 [V] DC
P.I.R.E. máximo	+20dBW ± 1dB

<sup>6</sup> [http://broadband.inmarsat.com/about/explorer\\_700.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/explorer_700.aspx)

### 2.1.3.5. Terminal Nera WorldPro 1000<sup>7</sup>

Tabla. 2.6. Terminal Nera WorldPro 1000

Características principales del Terminal Nera WorldPro 1000	
Diagrama:	
Fabricante:	Nera SatCom
Velocidad de Tx:	Enlace ascendente 240 kbps Enlace descendente 384 kbps
Capacidad de Streaming IP:	32kbps, 64kbps (transmisión y recepción)
Interfaces:	USB, Bluetooth (20m), Ethernet
Servicio de Voz:	ISDN con puntos de conexión RJ45 y Bluetooth, 4kbps
Dimensiones:	200 x 140mm
Peso:	<1kg
P.I.R.E. máximo	+10 dBW
Energía Externa	12 [V] DC, 110-240 [V] AC
Voltaje de entrada	10.8-15.6 [V] DC

<sup>7</sup> [http://broadband.inmarsat.com/about/nera\\_worldpro\\_1000.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/nera_worldpro_1000.aspx)

### 2.1.4. Descripción del terminal RBGAN

El terminal satelital RBGAN tiene distintas características, especificaciones, y servicios. En la siguiente tabla se indica las características de mayor importancia de este equipo.

#### 2.1.4.1. Terminal HNS R-BGAN<sup>8</sup>

Tabla. 2.7. Terminal HNS R-BGAN

Características principales del Terminal HNS R-BGAN	
Diagrama:	
Fabricante:	Hughes Network Systems
Velocidad de Tx:	Enlace ascendente 100kbps Enlace descendente 144kbps
Capacidad de Streaming IP:	n/a
Interfaces:	USB, Bluetooth, Ethernet
ISDN:	n/a
Voz:	Vía VoIP
Dimensiones:	300 x 240mm
Peso:	1.6kgs

## 2.2. SISTEMA SATELITAL (INMARSAT)

El sistema satelital *INMARSAT* provee modernos servicios de comunicación marítima, terrestre, aeronáutica, etc. Se creó en 1979 como una organización internacional que opera un sistema mundial de comunicaciones móviles por

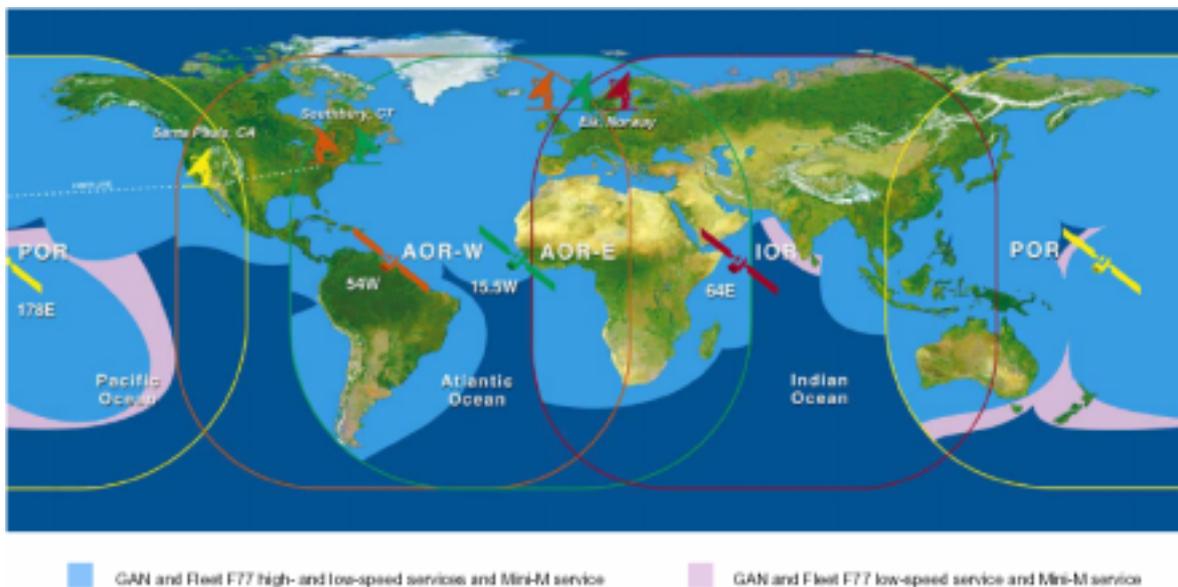
<sup>8</sup> <http://broadband.inmarsat.com/about/rbgan.aspx>

satélite. Desde 1999 es una compañía limitada que sirve a una variedad de mercados.

El sistema Inmarsat utiliza una constelación de cuatro satélites operativos, y al menos uno de reserva, que proporciona cobertura a nivel mundial (excepto los cascos polares). Para poder ofrecer esta cobertura, los satélites de órbita geoestacionaria han sido distribuidos sobre los océanos de la siguiente forma:

1. Atlántico, que se divide a su vez en dos regiones:
  - Atlántico este (AOR-E)
  - Atlántico oeste (AOR-W)
2. Índico (IOR)
3. Pacífico (POR)

En la figura se muestra la cobertura de los satélites Inmarsat BGAN



**Figura. 2.2. Cobertura de Inmarsat BGAN<sup>9</sup>**

Los satélites de Inmarsat están diseñados para extender las comunicaciones de telefonía, fax y datos a todo el mundo; son cinco satélites de tercera generación respaldados por cuatro naves espaciales. Los satélites se controlan

<sup>9</sup> 1.%20Presentation%2016%20nov.pdf

desde la sede central en Londres, donde también es el centro de las operaciones de Inmarsat.

Inmarsat generó numerosas oportunidades con la convergencia de tecnología de información, telecomunicaciones y movilidad. Además, que continúa sirviendo a los mercados tradicionales. Desde el 2005 está en funcionamiento un sistema satelital Inmarsat I-4, denominado como Inmarsat Broadband Global Area Network (B-GAN). Este sistema de comunicación móvil de datos es aplicado para: acceso a Internet, multimedia móvil y muchos otros servicios.

### 2.2.1. Haces de Cobertura

En las siguientes figuras a continuación se presentan los haces de cobertura del satélite de comunicaciones Inmarsat-4 de la red BGAN.

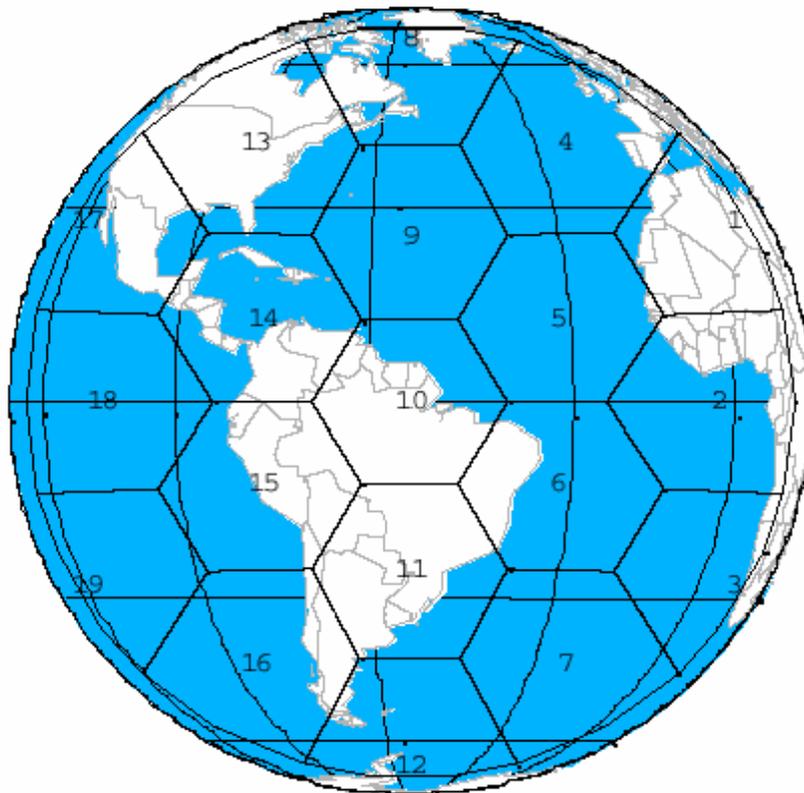


Figura. 2.3. Cobertura de la huella del haz ancho



El flujo de tráfico de comunicaciones a través de la red Inmarsat es monitoreado y administrado por el Centro de Operaciones de Redes (Network Operations Center NOC) en la sede central de Inmarsat.

El NOC es apoyado por estaciones de coordinación de redes (network coordination stations -NCS). Hay un NCS para cada región oceánica y para cada sistema (Inmarsat A, B, C, etc). Cada NCS se comunica con todas las estaciones terrenas LES en su región oceánica. Los NCS y NOC hacen posible que distribuya la información operacional a través del sistema.

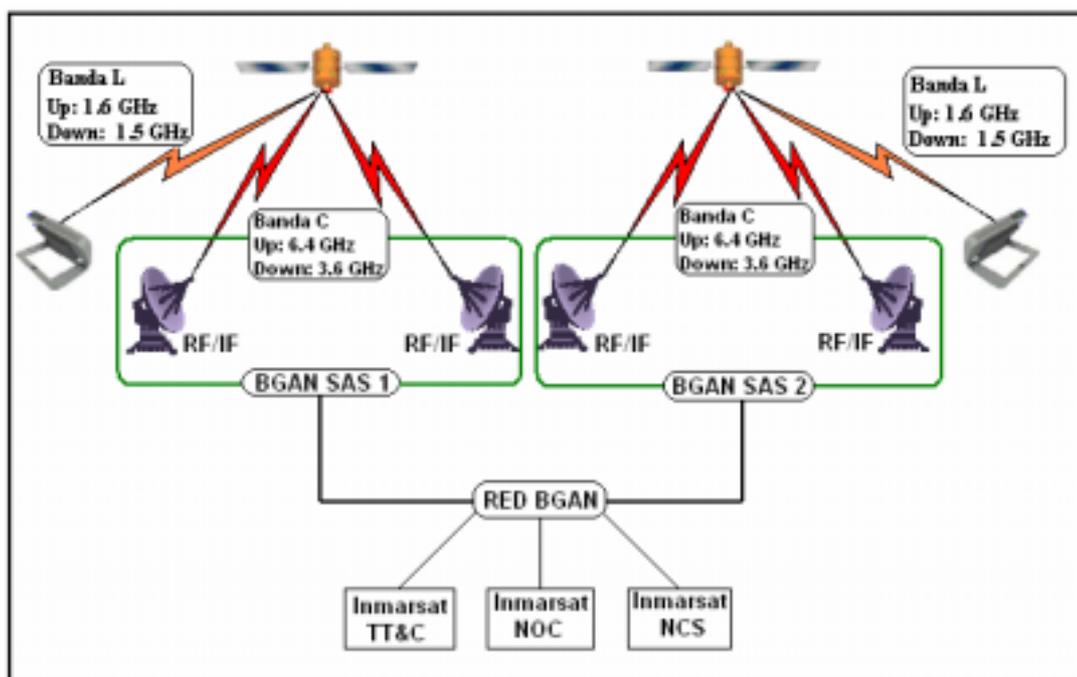


Figura. 2.5. Arquitectura de la red BGAN

### 2.3. SISTEMA REGIONAL BGAN

La tecnología del sistema Regional BGAN tiene como cobertura en: Europa, Norte y parte del Africa Central, Asia Central, Medio Oriente, India y Latino América. En la figura a continuación se muestra el área de cobertura para este sistema regional de BGAN.

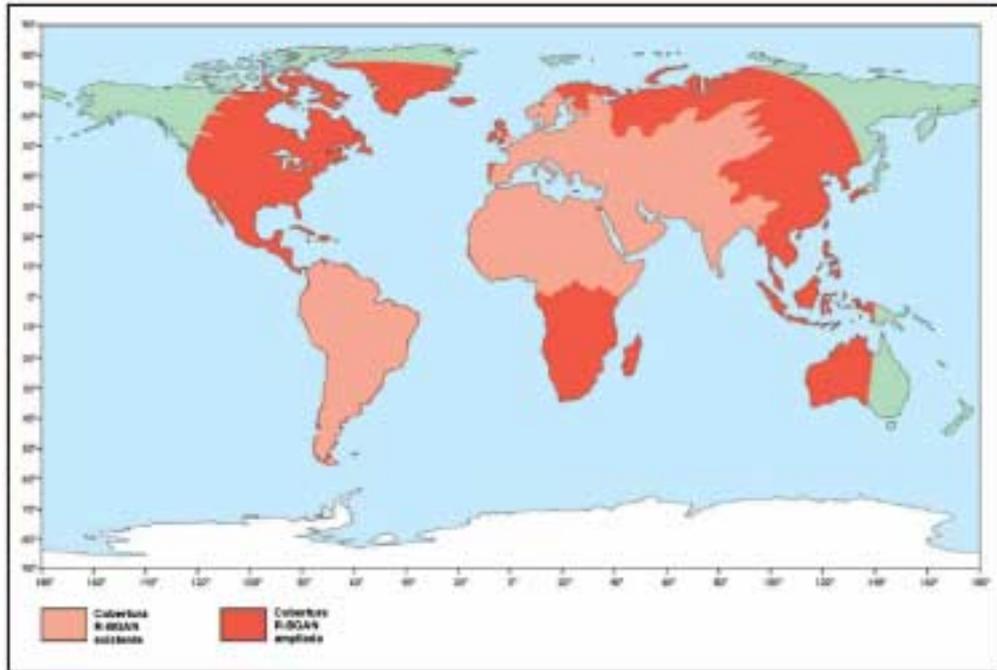


Figura. 2.6. Cobertura de la tecnología RBGAN

RBGAN es un sistema implementado por Inmarsat y provee conectividad IP a los usuarios que se encuentren enlazados al satélite. La velocidad de transmisión en este sistema es de 144 Kbps.

La arquitectura del segmento terrestre en el sistema RBGAN esta constituida por un sistema de acceso satelital (SAS) ubicado en Fucino- Italia. Este sistema contiene un sistema receptor y una red GPRS<sup>11</sup> propia de Inmarsat, donde se ofrece la conectividad al ISP<sup>12</sup> para la nube de Internet.

El sistema de acceso satelital de RBGAN consiste de los siguientes subsistemas:

**Subsistema de Estación de Base de Paquetes (PBSS).**- es responsable por proveer y administrar la transmisión entre los terminales remotos y los equipos de la red del SAS.

<sup>11</sup> **GPRS** (Servicio de Radio de Paquete General) es básicamente una comunicación basada en paquetes de datos. Los intervalos de tiempo se asignan a la conexión de paquetes, mediante un sistema basado en la necesidad. Esto significa que si no se envía ningún dato por el usuario, las frecuencias quedan libres para ser utilizadas por otros usuarios.

<sup>12</sup> **ISP** Proveedor de servicios de Internet

**Subsistema de Conmutación de Red (NSS).**- el sistema de comunicación de datos celular (GPRS) realiza la función de este subsistema, proporcionando una solución IP.

- Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN): realiza la función de ruteo, seguridad, autenticación, etc.
- Nodo de soporte de Gateway GPRS (GGSN): proporciona la interfase hacia otra red y hacia la red IP externa.

*Nota: los nodos SGSN y GGSN son router que soportan la movilidad de los terminales.*

**Registro de localización de usuarios (HLR).**- es responsable por el funcionamiento de la base de datos de los terminales. Se encarga de la autenticación de datos recibidos, la administración de los datos, etc.

**Punto de Presencia del Proveedor de Servicio (SP PoP).**- proporciona el acceso de paquetes de datos de la red GPRS al proveedor de servicios de Internet (ISP).

En la siguiente figura se muestra la arquitectura del sistema satelital RBGAN.

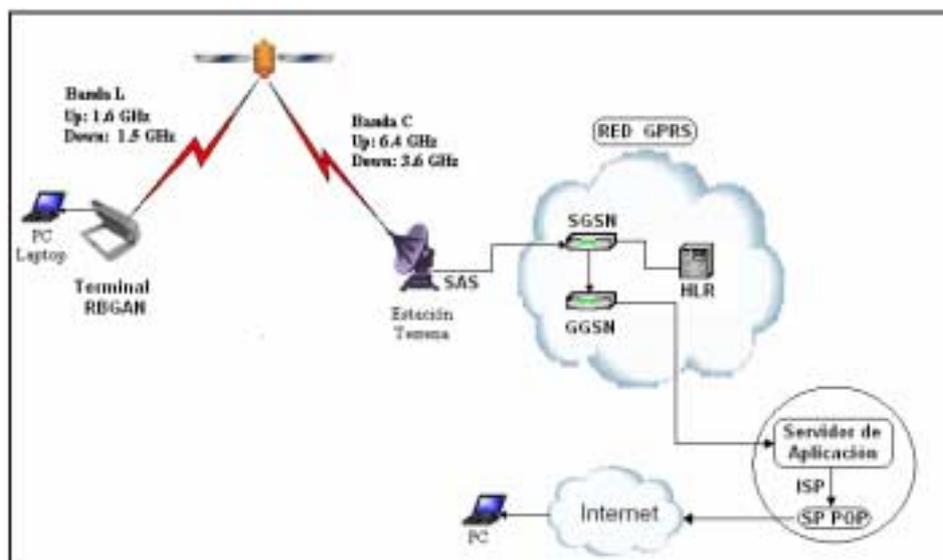


Figura 2.7. Arquitectura de la red RBGAN

En el *PDF 1* se observa las características técnicas del sistema BGAN y del RBGAN.

## 2.4. REDES LAN INALÁMBRICAS (WLAN)

Las redes LAN inalámbricas de alta velocidad ofrecen ventajas de conectividad en la red, sin las limitaciones de estar atado a una ubicación o a cables. El acceso a las redes inalámbricas se realiza a través de equipos portátiles y NIC<sup>13</sup> inalámbricas.

En la siguiente tabla se muestran las características principales de los estándares de las redes inalámbricas LAN.

**Tabla. 2.8. Estándares de las redes inalámbricas LAN**

Estándar	Descripción
802.11	Sistemas de modulación FHSS y DSSS <sup>14</sup>
802.11a	De alta velocidad en la banda de los 5.15 a 5.875 GHz. Modulación de OFDM <sup>15</sup> .
802.11b	Trabaja en la banda de 2.4 a 2.497 GHz. Modulación DSSS
802.11e	Está dirigido a los requerimientos de calidad de servicio (QoS) para todas las interfaces IEEE de radios LAN inalámbricas.
802.11f	Define la comunicación entre puntos de acceso para facilitar redes WLAN de diferentes proveedores.
802.11g	Establece una técnica de modulación adicional para la banda de los 2.4 GHz. Modulación DSSS y OFDM.
802.11h	Define la administración del espectro en banda de frecuencia de 5 GHz para Europa y Asia Pacífico.
802.11i	Controla la seguridad para protocolos de autenticación y de codificación. Este estándar abarca los protocolos 802.1X, TKIP (Protocolo de Llaves Integrales de Temporales) y AES (Estándar de Encriptación Avanzado).

<sup>13</sup> **NIC** (Tarjeta de Interface de red) es una placa de circuito instalada en un componente de equipo de informática, como un PC, permite conectar su PC a una red.

<sup>14</sup> **FHSS y DSSS** Espectro Ensanchado de Salto de Frecuencia y Espectro Ensanchado de Secuencia Directa detallado en la sección 2.5.1.

<sup>15</sup> **OFDM** (Modulación por división ortogonal de frecuencia) es una modulación que consiste en enviar la información modulando en QAM o en PSK un conjunto de portadoras de diferente frecuencia.

Tabla. 2.9. Especificaciones técnicas de los estándares

Estándar	Frecuencia	Ancho de Banda
802.11	2.4Ghz	1-2Mbps
802.11 a	5Ghz	54Mbps
802.11 b	2.4Ghz	11Mbps
802.11 g	2.4Ghz	54Mbps

Las redes LAN inalámbricas operan en las bandas de frecuencias no licenciadas denominada ICM (Industrial, Científica y Médica). Estas frecuencias son: 902 a 928 MHz, 2400 a 2483.5 MHz y 5725 a 5850 MHz; a una potencia de transmisión de 1 Watt que es regulada por la FCC (Federal Communications Comisión). Para minimizar la interferencia, las regulaciones estipulan una técnica de señal de transmisión llamada *spread-spectrum modulation*.

#### 2.4.1. SPREAD SPECTRUM (Espectro Ensanchado)

La tecnología de Espectro Ensanchado (SS) es una técnica que maximiza el uso del ancho de banda del canal permitiendo a múltiples señales utilizar el mismo canal sin colisiones. Estas también pueden ser altamente resistentes a la interferencia y al bloqueo.

Cuando se combina con un sistema complejo de encriptación, puede ser utilizada para elaborar redes inalámbricas de área local (WLAN) seguras y robustas.

En estos sistemas, un código pseudo-aleatorio, denominado secuencia de pseudo-ruido (PN), es generado independientemente de la señal y se emplea para modular los datos. En el receptor se demodula la señal empleando la secuencia PN generada en el emisor, pero debidamente sincronizada.

##### 2.4.1.1. Secuencia Directa

En este método, la señal de datos y la secuencia PN se multiplican. Como la secuencia tiene una frecuencia superior a la de los datos, la información se expande sobre un ancho de banda mayor. El resultado es una señal cuyo espectro se ha expandido.

En el diagrama de bloques que se muestra a continuación se indica como esta constituido el sistema Espectro Ensanchado de Secuencia Directa (DSSS).

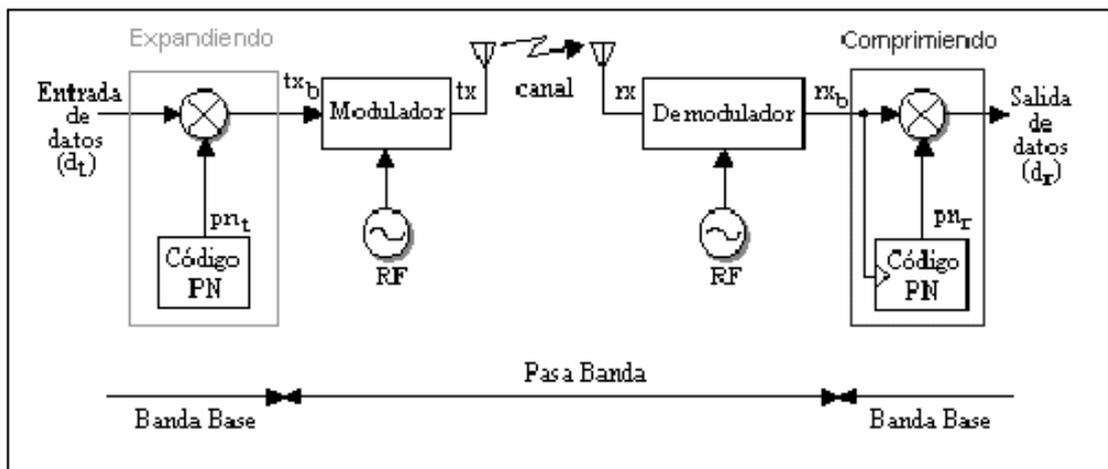


Figura. 2.8. Sistema Espectro Ensanchado de secuencia directa

#### 2.4.1.2. Salto de Frecuencia

En este método, la secuencia PN alimenta un sintetizador de frecuencias, cuya salida se multiplica con la señal de datos modulada. La señal obtenida salta de frecuencia en el tiempo; esta señal se considera de Espectro Ensanchado puesto que estos saltos se realizan dentro de un ancho de banda superior al de la señal original.

En el diagrama de bloques que se muestra a continuación se indica como esta constituido el sistema Espectro Ensanchado de Salto de Frecuencia (FHSS)

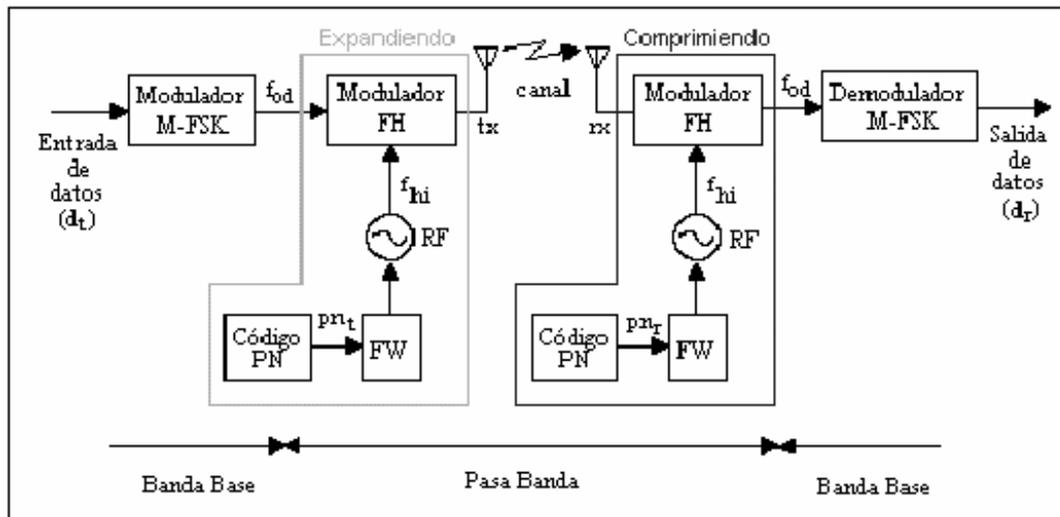
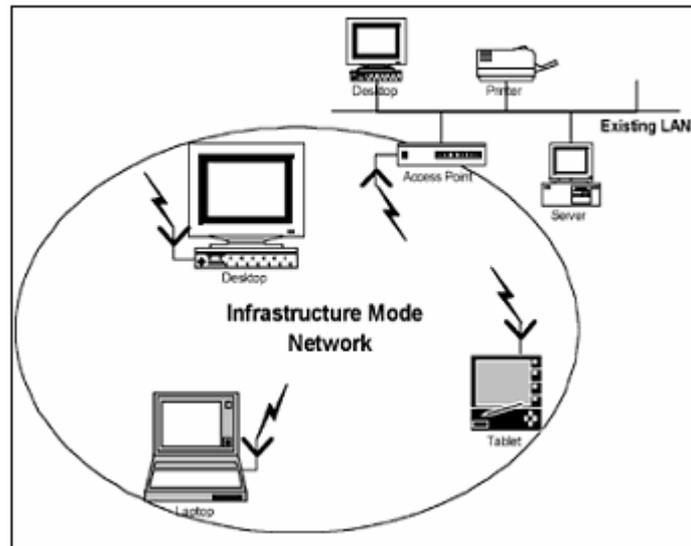


Figura. 2.9. Sistema Espectro Ensanchado de salto de frecuencia

## 2.5.2. TOPOLOGÍAS DE REDES LAN INALÁMBRICAS

**2.4.2.1 Topología de infraestructura.-** Es aquella que extiende una red LAN incorporando dispositivos inalámbricos mediante una estación base, denominada punto de acceso. El punto de acceso une la red LAN inalámbrica y la red LAN con cable. Esto sirve de controlador central de la red LAN inalámbrica. El punto de acceso coordina la transmisión y recepción de múltiples dispositivos inalámbricos. El número de dispositivos dependen del estándar de conexión inalámbrica y del producto a utilizarse. En la topología de infraestructura, puede haber varios puntos de acceso para dar cobertura a una zona grande o un solo punto de acceso para dar cobertura a una zona pequeña.



**Figura. 2.10. Red de la modalidad de infraestructura**

Los dispositivos inalámbricos se denominan “estaciones”, las cuales deben seguir los siguientes pasos para acceder al intercambio de información:

- Identificar los puntos de acceso y las redes disponibles. Este proceso se lleva a cabo mediante el control de las tramas de señalización de los puntos de acceso. Estos se anuncian a sí mismos o mediante el sondeo de la red, que tiene tramas de sondeo.
- Elegir una red entre las que están disponibles. Iniciar un proceso de autenticación con el punto de acceso. Cuando el punto de acceso y la estación se han verificado mutuamente, ahí comienza el proceso de asociación.
- Asociar el punto de acceso con la estación permite el intercambio de información y datos de capacidad. El punto de acceso puede utilizar esta información y compartirla con otros puntos de acceso de la red. La estación sólo puede transmitir o recibir tramas en la red después de que haya finalizado la asociación.

*Nota: La sincronización entre las estaciones de la red se controla mediante las tramas de señalización periódicas enviadas por el punto de acceso.*

#### 2.4.2.2. Topología ad hoc:

Los propios dispositivos inalámbricos crean la red LAN y no existe ningún controlador central, ni puntos de acceso. Cada dispositivo se comunica directamente con los demás dispositivos de la red, en lugar de pasar por un controlador central. Esto es práctico en lugares donde se pueden reunir pequeños grupos que no necesitan acceso a otra red.

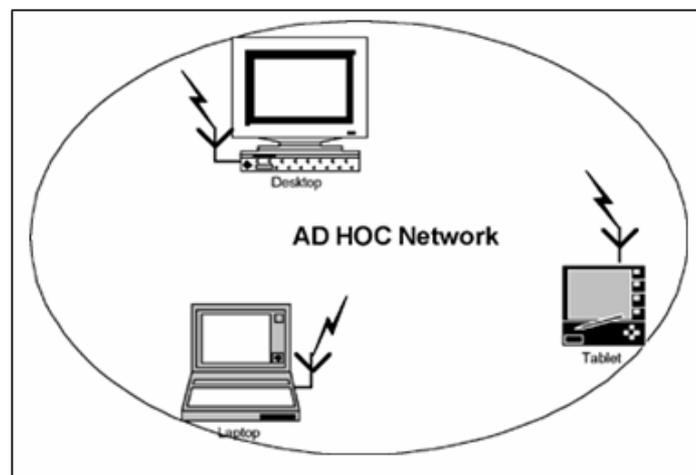


Figura. 2.11. Red de la modalidad de ad hoc

En esta red sólo hay dispositivos inalámbricos presentes.

La red ad hoc no tiene mayor avance tecnológico como en la retransmisión de tramas entre dos estaciones que no se oyen mutuamente.

#### 2.4.3. Ventajas de las redes LAN inalámbricas

Las ventajas de las redes inalámbricas en cuanto a productividad, comodidad y costo frente a las redes tradicionales son:

- *Movilidad:* información en tiempo real en cualquier lugar dentro de la organización.

- *Simplicidad y rapidez en la instalación:* la instalación de una WLAN es rápida y fácil, puesto que no se necesita pasar cables para la comunicación.
- *Flexibilidad en la instalación:* La tecnología inalámbrica permite a la red llegar a puntos de difícil acceso para una LAN cableada.
- *Costo de propiedad reducido:* el costo inicial de una red inalámbrica puede ser mayor que el costo en hardware de una LAN, pero se recompensa con la inversión de toda la instalación.
- *Escalabilidad:* las WLAN pueden ser configuradas en una variedad de topologías para satisfacer las necesidades de las instalaciones. Las configuraciones son muy fáciles de cambiar, resulta muy fácil incorporar nuevos usuarios a la red.

## 2.5. SISTEMA LAN

Las redes de área local (LAN) son redes de datos de alta velocidad y bajo nivel de errores. Estas abarcan un área geográfica relativamente pequeña (hasta unos pocos miles de metros). Las LAN conectan: estaciones de trabajo, dispositivos periféricos, terminales y otros dispositivos que se encuentran en áreas geográficas limitadas.

Las redes de área local (LAN) poseen dispositivos de red que operan en cada capa del modelo OSI<sup>16</sup> y estos son:

- Hub
- Switch
- Router
- Tipos de cables

---

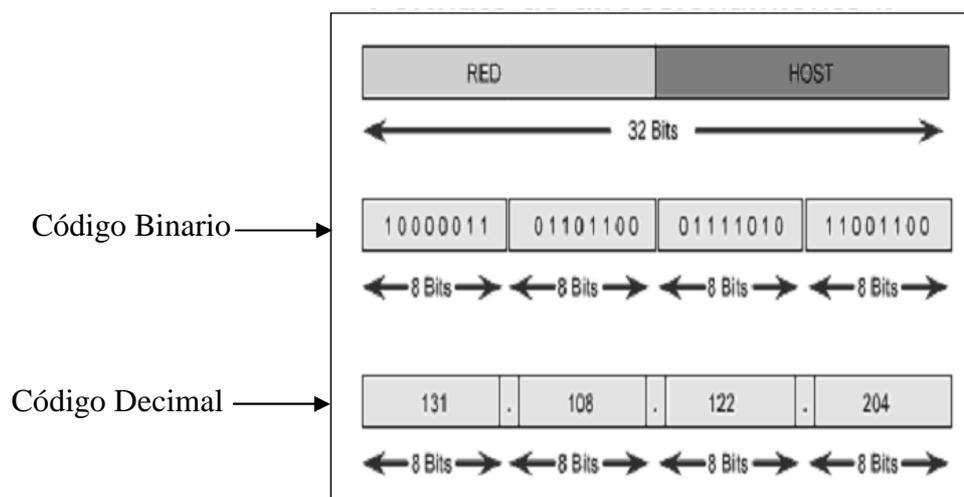
<sup>16</sup> **Modelo OSI:** es un lineamiento funcional para tareas de comunicaciones y, por consiguiente, no especifica un estándar de comunicación para dichas tareas. Sin embargo, muchos estándares y protocolos cumplen con los lineamientos del Modelo OSI.

### 2.5.1. Dirección lógica

Existe la dirección de Hardware que es aquella utilizada por una Tarjeta de Interfaz de Red (NIC) en una red Ethernet<sup>17</sup>. La dirección MAC de Hardware se puede comparar con el nombre de las personas, esta consta de seis octetos, los primeros tres octetos pertenecen al vendedor de la tarjeta NIC que asigna la IEEE y los otros tres son exclusivos del vendedor.

En cambio la dirección de red se puede comparar con la dirección postal, esta depende del tipo de protocolo que se utilice para la comunicación, en muchos casos se utiliza el protocolo TCP/IP (Protocolo de Control de Transporte/Protocolo de Internet). Existen otros protocolos similares al TCP/IP como: AppleTalk, IPX/SPX, NetBEUI, etc.

Cada protocolo utiliza diferentes nomenclaturas para identificar a sus direcciones lógicas; en TCP/IP son direcciones de 32 bits de longitud como se muestra en la figura 2.12. Estas direcciones se componen de dos partes principales: un número de red y un número de host. Por la dificultad de recordar 32 bits, se agrupan de ocho bits por vez, separados por puntos y representados en formato decimal, no binario.



**Figura. 2.12. Formato de direccionamiento IP**

<sup>17</sup> **Ethernet** es el nombre de una tecnología de redes de computadoras de área local (LANs) basada en tramas de datos. El nombre viene del concepto físico de *ether*. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

## **2.5.2. Elementos Activos**

### **2.5.2.1. HUB**

El propósito de un hub es regenerar y retemporizar las señales de red. Esto se realiza a nivel de los bits para un gran número de hosts utilizando un proceso denominado concentración.

Los hubs se utilizan para crear un punto de conexión central para los medios de cableado y para aumentar la confiabilidad de la red, que se ve aumentada al permitir que cualquier cable falle sin provocar una interrupción en toda la red.

En las redes de datos, hay distintas clasificaciones de los hubs. La primera clasificación corresponde a los activos o pasivos. La mayoría de estos dispositivos modernos son activos; toman energía desde un suministro de alimentación para regenerar las señales de red. Otra denominación de estos son los pasivos, dado que simplemente dividen la señal entre múltiples usuarios, lo que es similar a utilizar un cable "Y" en un reproductor de CD. Los hubs pasivos no regeneran los bits, de modo que no extienden la longitud del cable, sino que simplemente permiten que uno o más hosts se conecten al mismo segmento de cable.

Otra clasificación es: los hubs inteligentes y los hubs no inteligentes. Los hubs inteligentes tienen puertos de consola, lo que significa que se pueden programar para administrar el tráfico de la red. Los hubs no inteligentes simplemente toman una señal de redes entrante y la repiten hacia cada uno de los puertos sin la capacidad de realizar ninguna administración.

En la figura se muestra la simbología de este dispositivo y en que capa del Modelo OSI se encuentra.

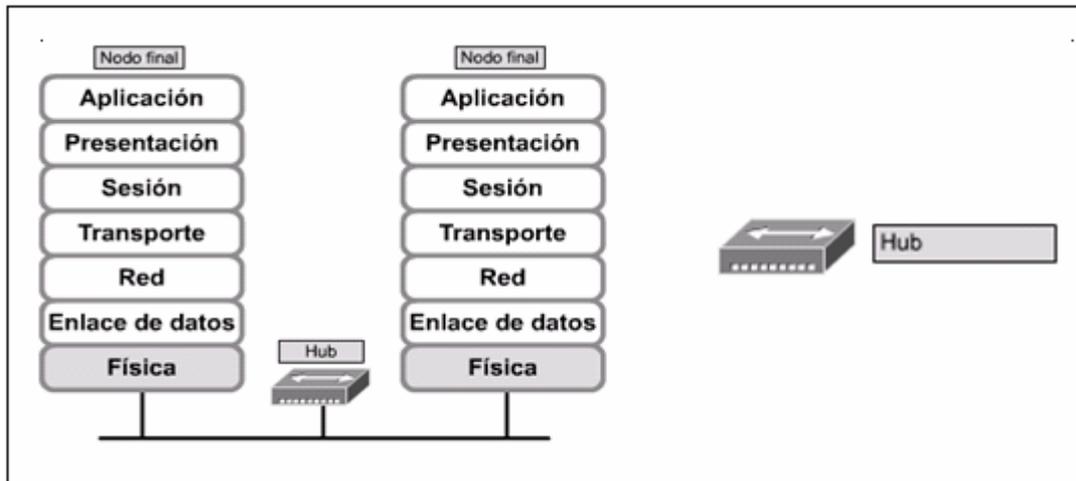


Figura. 2.13. Dispositivo HUB

### 2.5.2.2. SWITCH

Los switches son capaces de tomar decisiones basándose en las direcciones MAC, hacen que la red sea mucho más eficiente. Los switches conmutan los datos sólo hacia el puerto al que está conectado el host destino apropiado.

Los switch tienen la función de permitir que varios dispositivos se conecten a un punto de la red, esto hace que sea más eficiente. Este dispositivo conmuta paquetes desde los puertos (interfaces) entrantes a los puertos salientes, suministrando a cada puerto el ancho de banda total (la velocidad de transmisión de datos en el backbone de la red).

En la figura se muestra la simbología del Switch y en que capa del Modelo OSI se encuentra.

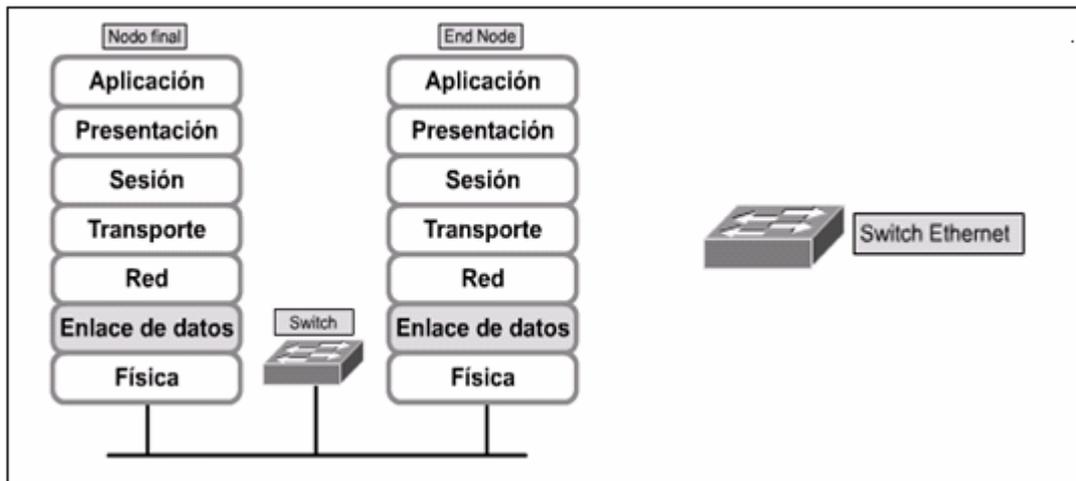


Figura. 2.14. Dispositivo SWITCH

### 2.5.2.3. ROUTER

El router es un dispositivo que pertenece a la capa de red del modelo OSI. Este puede tomar decisiones basadas en grupos de direcciones de red. Sin embargo, dada su aptitud para enrutar paquetes basándose en la información de red, los routers se han transformado en el backbone de Internet, ejecutando el protocolo IP.

El propósito de este es examinar los paquetes entrantes, elegir cuál es la mejor ruta para ellos a través de la red y luego conmutarlos hacia el puerto de salida adecuado. Los routers son los dispositivos de regulación de tráfico más importantes en las redes de gran amplitud. Permiten que prácticamente cualquier tipo de computador se pueda comunicar con otro computador en cualquier parte del mundo.

En la figura se muestra la simbología del Router y en que capa del Modelo OSI se encuentra.

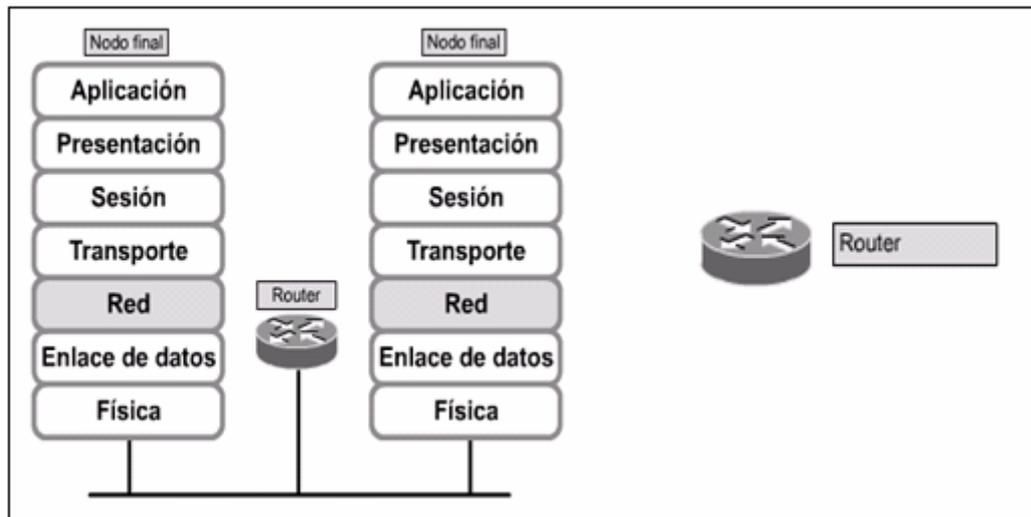


Figura. 2.15. Dispositivo ROUTER

### 2.5.3. Tipos de Cables

#### 2.5.3.1. Cables Empalmados

Existen dos tipos de cables empalmados que son:

**(UTP):** Cable de par trenzado no blindado de 100 ohmios, cuatro pares de hilos, que se usa en diversos tipos de redes, su distancia máxima es de 100m.

**(STP):** Cable de par trenzado blindado, generalmente es de 150 ohmios donde cada par de hilos está envuelto en un papel metálico. STP reduce el ruido eléctrico, tanto dentro del cable (diafonía) como fuera del cable (interferencia electromagnética).

Las categorías de cableado UTP y STP son las siguientes:

- Categoría 1: UTP utilizado para voz en transmisiones de telefonía.
- Categoría 2: UTP su velocidad máxima de 4 Mbps.
- Categoría 3: UTP y STP de 100 ohmios, velocidad máxima de 10 Mbps.

- Categoría 4: UTP y STP, con velocidad máxima de 16 Mbps para Token Ring<sup>18</sup>.
- Categoría 5: UTP y STP de 100 ohmios, su velocidad de transmisión es de 100 Mbps

Nota: estos cables utilizan conectores RJ-45 que son similares a los conectores de teléfono.



Figura. 2.16. Conector RJ45

### 2.5.3.2. Cable coaxial

El *cable coaxial*, está compuesto en el centro por un conductor de cobre y en el exterior por una capa de aislante flexible, su recubrimiento se lo puede clasificar de dos tipos:

**Cable fino (Thinnet):** Cable coaxial flexible de unos 6,4 [mm] de grueso (0,25 pulgadas). Este se utiliza para la mayoría de los tipos de instalaciones de redes.

**Cable grueso (Thicknet):** Cable coaxial rígido de 12,7 [mm] de diámetro, su distancia máxima entre centrales es de 500 [m].

### 2.5.3.3. Fibra óptica

---

<sup>18</sup> **Token Ring** es una arquitectura de red del standard IEEE 802.5, en el cual se distingue más por su método de transmitir la información que por la forma en que se conectan las computadoras.

Es un tipo de cable que transmite la luz, está compuesto por dos fibras envueltas en revestimientos separados. Actualmente se utilizan tres tipos para la transmisión de datos:

**Monomodo:** es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz, se utiliza en aplicaciones de larga distancia, más de 300 km.

**Multimodo:** es una fibra que puede propagar más de un modo de luz, se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km.

En la siguiente tabla, se indican las longitudes máximas que se deben usar con cada tipo de cable.

**Tabla. 2.10. Especificaciones de los Tipos de Cables**

Estándar de Ethernet	Tipo de Cable	Long. Máxima (metros)
10BaseT	UTP	100
10Base2	Coaxial fino	185
10Base5	Coaxial grueso	500
10BaseF	Fibra Óptica	2000
100BaseT	UTP	100
100BaseTX	UTP	220

#### 2.5.4. Protocolos

Un *protocolo* es un conjunto de reglas que hacen que la comunicación en una red sea más eficiente.

Los protocolos *de enrutamiento* determinan el camino que sigue la información hacia el destino. Como por ejemplo:

- Protocolo de Información de Enrutamiento (**RIP**)

- Protocolo de enrutamiento de gateway interior (**IGRP**)
- Protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado (**EIGRP**)
- Primero la ruta libre más corta (**OSPF**)
- Protocolo Punto a Punto (**PPP**).

## 2.6. REDES PRIVADAS VIRTUALES (VPNS)

**2.6.1. Definición de VPNs.** Las Redes Privadas Virtuales (VPN) son una tecnología de red que permite una extensión de la red local sobre una red pública, como por ejemplo Internet. En este ejemplo, un usuario pueda acceder a su equipo doméstico desde un sitio remoto, utilizando la infraestructura de Internet. Para hacerlo posible de manera segura es necesario proveer los medios para garantizar la autenticación, integridad y confidencialidad de toda la comunicación.

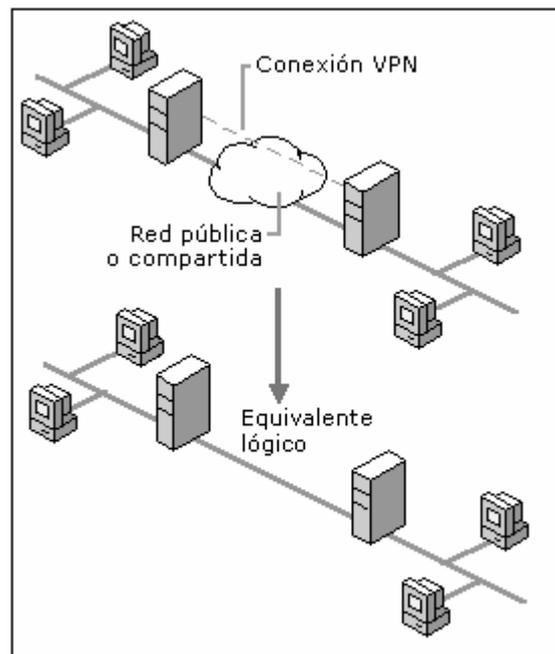


Figura 2.17. Diagrama esquemático de las VPN

### 2.6.2. Estructura de las VPNs

Para que exista una comunicación entre redes privadas a través de la red pública, se establecen túneles virtuales entre dos puntos. Los puntos de red

negocian esquemas de encriptación y autenticación, asegurando la confidencialidad e integridad de los datos transmitidos por la red pública. Como se utiliza el Internet, es necesario prestar la debida atención a las cuestiones de seguridad, que se abordan a través de estos esquemas de encriptación y autenticación.

La tecnología de túneles es un modo de transferir datos, aquí se encapsula la información dentro de algún tipo de protocolo específico, no necesariamente diferente al original. Al llegar al destino es desempaquetado volviendo así a su estado inicial. En el traslado a través de Internet, los paquetes viajan encriptados.

Las técnicas de autenticación son esenciales en las VPNs, ya que aseguran a los participantes de la misma; que están intercambiando información con el usuario o dispositivo correcto. La mayoría de los sistemas de autenticación usados en VPN están basados en un sistema de claves compartidas.

La autenticación es llevada a cabo generalmente al inicio de una sesión, y luego aleatoriamente durante el curso de la misma. Esto asegura que no haya algún tercer participante que se haya entrometido en la conversación. La autenticación también puede ser usada para asegurar la integridad de los datos.

Los datos son procesados y si existe alguna desviación en el checksum<sup>19</sup> indica que los datos fueron corruptos en la transmisión y modificados en el camino. Un sistema de autenticación es el Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP).

Todas las VPNs tienen algún tipo de tecnología de encriptación, que esencialmente empaqueta los datos en forma segura. La encriptación protege los datos transportados antes de poder ser vistos en el otro extremo de la conexión. Existen dos tipos de técnicas de encriptación que se usan en las VPN: de clave secreta o privada y de clave pública.

---

<sup>19</sup> **Checksum** es la suma de la cantidad de bits o bytes en una transmisión o un archivo que permite conocer si hubo alguna pérdida o modificación de información. Algunos antivirus y herramientas de seguridad contienen métodos de chequeo de este tipo para corroborar si un archivo o grupo de ellos ha cambiado en un período de tiempo dado.

- a) Encriptación de clave secreta:** se utiliza una contraseña secreta conocida por todos los participantes que necesitan acceso a la información encriptada. Dicha contraseña se usa tanto para encriptar como para desencriptar la información. Este tipo de seguridad posee un problema en la contraseña, cuando es compartida por todos los participantes y debe mantenerse secreta; al momento de ser revelada, se debe cambiar y distribuir otra vez a los participantes.
- b) Encriptación de clave pública:** implica la utilización de dos códigos: público y privado. El primero es enviado a todos los participantes. Al encriptar, se usa la clave privada propia y la pública del participante de la comunicación. Al recibir la información, ésta es desencriptada usando la clave privada y la pública del que genero la información. La gran desventaja de este tipo de encriptación es que resulta ser más lenta que la anterior opción (a).

En las VPNs, la encriptación debe ser realizada en tiempo real. Por eso, los flujos a través de una red utilizan encriptación de clave secreta.

El protocolo más usado dentro de las VPNs es IPSec, que consiste en un conjunto de propuestas del IETF<sup>20</sup> que delinean un protocolo IP. IPSec provee encriptación a nivel de IP.

Dentro de los protocolos que se usan para la metodología de túneles se encuentran Protocolo de Túnel Punto a Punto (PPTP), Protocolo de Túnel de Capa 2 (L2TP) y Protocolo de Seguridad de Internet (IPSec).

## 2.6.3 Protocolos utilizados en las VPNs

**2.6.3.1 PPTP.-** Protocolo de Túnel Punto a Punto fue desarrollado para ser utilizado por usuarios de acceso remoto y servidores de red a una VPN.

---

<sup>20</sup> **IETF** (Internet Engineering Task Force, Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet) es una organización internacional abierta de normalización, que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas, tales como transporte, encaminamiento, seguridad.

PPTP encapsula datagramas<sup>21</sup> de cualquier protocolo de red en datagramas IP. Estos son tratados como cualquier otro paquete IP. La gran ventaja de este tipo de encapsulamiento es que cualquier protocolo puede ser ruteado a través de una red IP.

Existen dos escenarios comunes para este tipo de VPN:

- El usuario remoto se conecta a un ISP (Proveedor de servicios de Internet) que provee el servicio de PPTP hacia el servidor RAS (Servidor de Acceso Remoto).

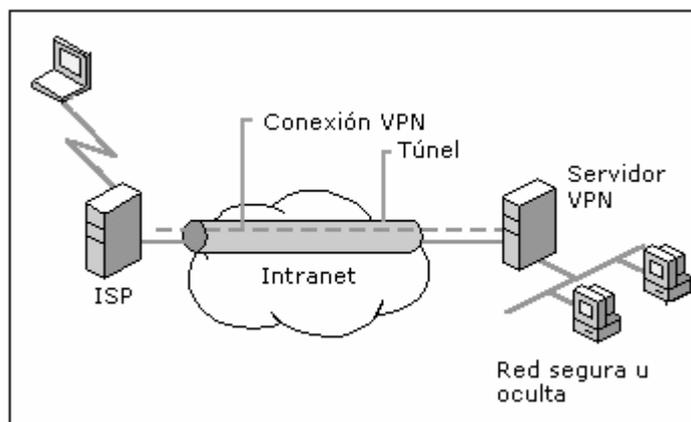
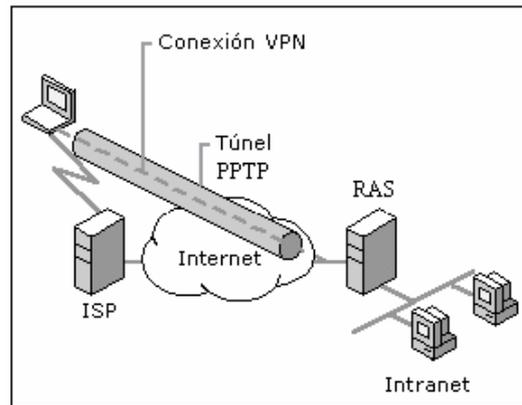


Figura. 2.18. Diagrama esquemático del escenario 1 de PPTP

- El usuario remoto se conecta a un ISP que no provee el servicio de PPTP hacia el servidor RAS y, por lo tanto, debe iniciar la conexión PPTP desde la propia máquina del cliente.

<sup>21</sup> **Datagramas** es un fragmento de paquete que es enviado con la suficiente información como para que la red pueda simplemente encaminar el fragmento hacia el ordenador receptor, de manera independiente a los demás.



**Figura. 2.19. Diagrama esquemático del escenario 2 de PPTP**

Para el primero de los escenarios, el usuario remoto establece una conexión PPP con el ISP, que luego establece la conexión PPTP con el servidor RAS. Para el segundo escenario, el usuario remoto se conecta al ISP mediante PPP y luego "llama" al servidor RAS mediante PPTP. Luego de establecida la conexión PPTP, para cualquiera de los dos casos, el usuario remoto tendrá acceso a la red corporativa como si estuviera conectado directamente a la misma.

La técnica de encapsulamiento de PPTP se basa en el protocolo de Encapsulación Generico de Ruteo (GRE), que puede ser usado para realizar túneles a través de Internet.

Para la autenticación, PPTP existen tres opciones de uso: CHAP, MS-CHAP y PAP.

- *CHAP Challenge Handshake Authentication Protocol* es un método de autenticación remota o inalámbrica. Este refuerza la seguridad de la transferencia de claves y genera encriptación de estas durante la negociación de una conexión de acceso remoto. Además, comprueba que ambos extremos de la conexión coincidan en el mismo.
- *MS-CHAP Microsoft Challenge Handshake Authentication Protocol* es un protocolo de autenticación, este refuerza la seguridad de la transferencia de credenciales y genera claves encriptadas durante la negociación de

una conexión de acceso remoto. Este se diseñó específicamente para autenticar conexiones de redes privadas virtuales.

- *PAP Password Authentication Protocol* es un protocolo de autenticación simple en el que el nombre de usuario y la contraseña se envían al servidor de acceso remoto como texto sin encriptar.

**2.6.3.2 IPSec.-** Protocolo de Seguridad de Internet trata de remediar algunas falencias de IP, tales como: protección de los datos transferidos y garantía de que el emisor del paquete sea el mismo que envió. Si bien estos servicios son distintos, IPSec da soporte a ambos de una manera uniforme.

IPSec provee confidencialidad, integridad, autenticidad y protección a repeticiones mediante dos protocolos, que son: Protocolo de Autenticación (AH) y Encapsulamiento de Seguridad de Paquetes (ESP).

- *Confidencialidad* se refiere a que los datos transferidos sean sólo entendidos por los participantes de la sesión.
- *Integridad* se entiende que los datos no sean modificados en el trayecto de la comunicación.
- *Autenticidad* se da por la validación de remitente de los datos.
- *Protección a repeticiones* es que una sesión no pueda ser grabada y repetida salvo que se tenga autorización para hacerlo.

AH provee autenticación, integridad y protección a repeticiones pero no así confidencialidad. AH protege partes de la cabecera IP, como las direcciones de origen y destino. AH sigue la cabecera IP que contiene distintas encriptaciones tanto en los datos como en la información de identificación. Las diseminaciones pueden también cubrir las partes invariantes de la cabecera IP.

ESP provee autenticación, integridad, protección a repeticiones y confidencialidad de los datos, protegiendo el paquete entero que sigue la cabecera; esta permite describir el paquete en una forma encriptada. Como no considera los campos de la cabecera IP, no garantiza nada sobre el mismo, sólo el paquete.

- El modo de transporte es utilizado por el host que genera los paquetes. En este modo, la cabecera de seguridad es antepuesta a la capa de transporte, antes de que la cabecera IP sea incorporado al paquete.
- El modo de túnel es usado cuando la identificación IP está incluido en el paquete, y uno de los puntos de la conexión seguro es una puerta de enlace (gateway).

Los enlaces seguros de IPsec son definidos en función de la Asociación de Seguridad (SA). Cada SA está definido para un flujo unidireccional de datos. Estos cubren tráfico distinguible de un selector único. Los paquetes entrantes pueden ser asignados a un SA específico como en: la dirección IP de destino, el índice del parámetro de seguridad y el protocolo de seguridad. El protocolo de seguridad debe ser AH o ESP.

**2.6.3.3. L2TP** Protocolo de Túnel de Capa 2 facilita el entunelamiento de paquetes PPP a través de una red de manera tal que sea lo más transparente posible a los usuarios de ambos extremos del túnel.

L2TP utiliza PPP para proporcionar acceso telefónico que puede ser dirigido a través de un túnel por Internet hasta un punto determinado. Este define su propio protocolo de establecimiento de túneles.

A pesar de que L2TP ofrece un acceso económico, con soporte multiprotocolo y acceso a redes de área local remotas, no presenta unas características criptográficas especialmente robustas. Por ejemplo:

- Sólo se realiza la operación de autenticación entre los puntos finales del túnel, pero no para cada uno de los paquetes que viajan por él. Esto puede dar lugar a suplantaciones de identidad en algún punto interior al túnel.
- Sin comprobación de la integridad de cada paquete, sería posible realizar un ataque por medio de mensajes falsos de control que den por acabado el túnel L2TP o la conexión PPP subyacente.
- L2TP no encripta el tráfico de datos de usuario, lo cual puede dar problemas cuando sea importante mantener la confidencialidad de los datos.
- A pesar de que la información contenida en los paquetes PPP pueden ser encriptados, este protocolo no dispone de mecanismos para generación de claves, o validación automática. Esto puede hacer que alguien que este en la red y descubra una única clave tenga acceso a todos los datos transmitidos.

Un túnel L2TP se crea encapsulando una trama en un paquete UDP<sup>22</sup>, el cual es encapsulado a su vez en un paquete IP, cuyas direcciones de origen y destino definen los extremos del túnel.

---

<sup>22</sup> **UDP** (User Datagram Protocol) es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Tampoco tiene confirmación, ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco sabemos si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o de recepción.

## CAPÍTULO III

### DISEÑO DE LA SOLUCIÓN DE TELECOMUNICACIONES

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

PETROPRODUCCIÓN, para la perforación y el reacondicionamiento del petróleo, contrata taladros móviles; al momento tiene una capacidad operativa de catorce taladros. Los funcionarios que trabajan en los taladros requieren de un sistema de comunicación que sea más eficiente del que existe al momento.

Todos los taladros móviles están provistos con radios Motorola que en ciertos casos están en desuso. Otra forma de comunicación es por medio de teléfonos celulares "Porta Celular"; pero el problema es que no existe una total cobertura en el Oriente Ecuatoriano. Además, los funcionarios no tienen el servicio de Intranet e Internet para enviar los reportes diarios acerca de la perforación del pozo. *(Ver requerimientos de los taladros en el Anexo 2).*

Este proyecto está enfocado al mejoramiento de la tecnología de telecomunicaciones para los taladros móviles y tiene como objetivo los siguientes aspectos:

- Diseñar un sistema de telecomunicaciones, para los taladros móviles de perforación y reacondicionamiento, que provea de servicio de Internet,

Intranet y telefonía, de manera que solvente todas sus necesidades de comunicaciones que demanda su trabajo.

- Determinar los equipos que se utilizarían para brindar los servicios ya mencionados.

Para cumplir estos objetivos se plantea la siguiente solución tecnológica:

#### **Acceso Satelital:**

El medio de comunicación hacia cada uno de los taladros móviles será un enlace satelital utilizando la tecnología RBGAN descrita en este proyecto.

#### **Servicio de Datos:**

Los usuarios de los taladros móviles necesitan acceder a los servicios de Intranet disponibles en las oficinas de PETROPRODUCCIÓN; para ello es necesario configurar una red privada virtual que ofrezca seguridad a la red de datos. El enlace para la comunicación de datos se puede observar en la figura 3.1.

#### **Servicio de Voz:**

Para que los usuarios de los taladros móviles accedan a la red de voz de PETROPRODUCCION, es necesaria la instalación de un gateway de voz en la estación de Lago Agrio.

Donde el enlace hacia los taladros desde la estación de Lago Agrio irá de la siguiente manera:

1. Gateway en Lago Agrio a la estación terrena del sistema BGAN.
2. Estación terrena del sistema BGAN a la estación terrena del sistema RBGAN.

### 3. Estación terrena del sistema RBGAN a los taladros móviles de PETROPRODUCCIÓN.

*Nota: Para realizar el enlace de comunicación de voz desde los taladros hasta la estación de Lago Agrio, se enlaza de manera inversa a lo descrito anteriormente.*

El enlace de la comunicación de voz se lo puede observar en la figura 3.2.

#### Red LAN Inalámbrica:

Debido a que los trabajos deben hacerse en la torre de perforación de los taladros, es necesario implementar una red inalámbrica WiFi.

A continuación se muestra unos esquemas de la solución propuesta para el proyecto.

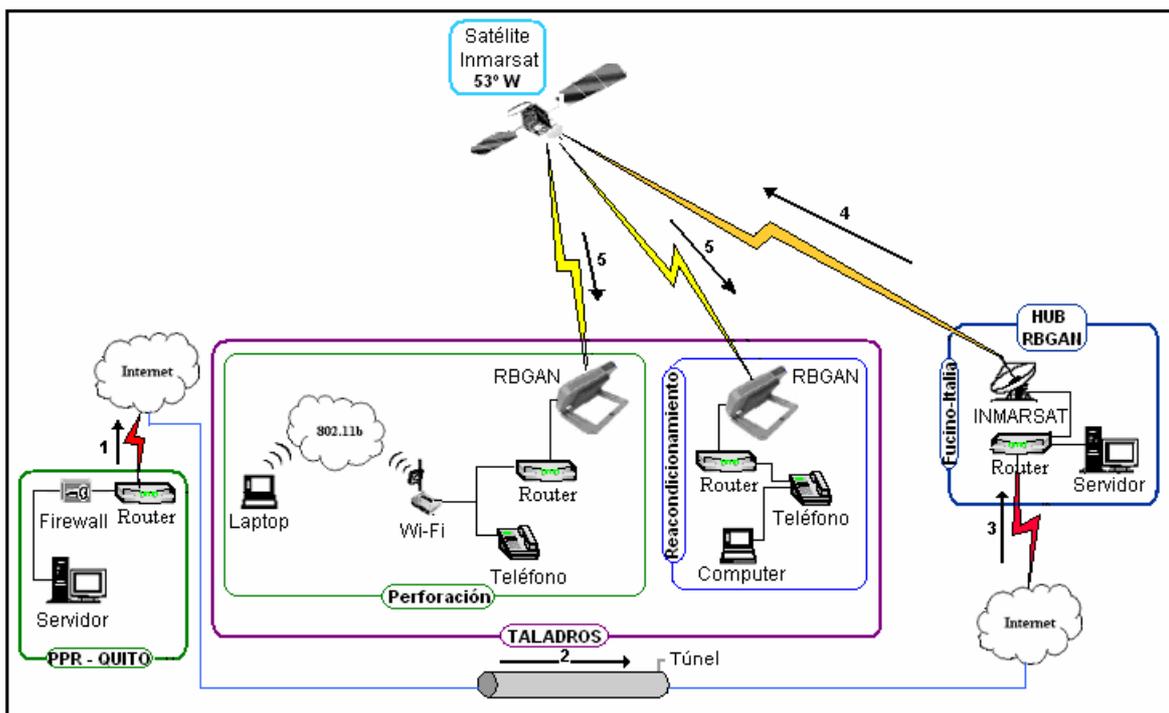


Figura 3.1. Diagrama General de la Red de datos

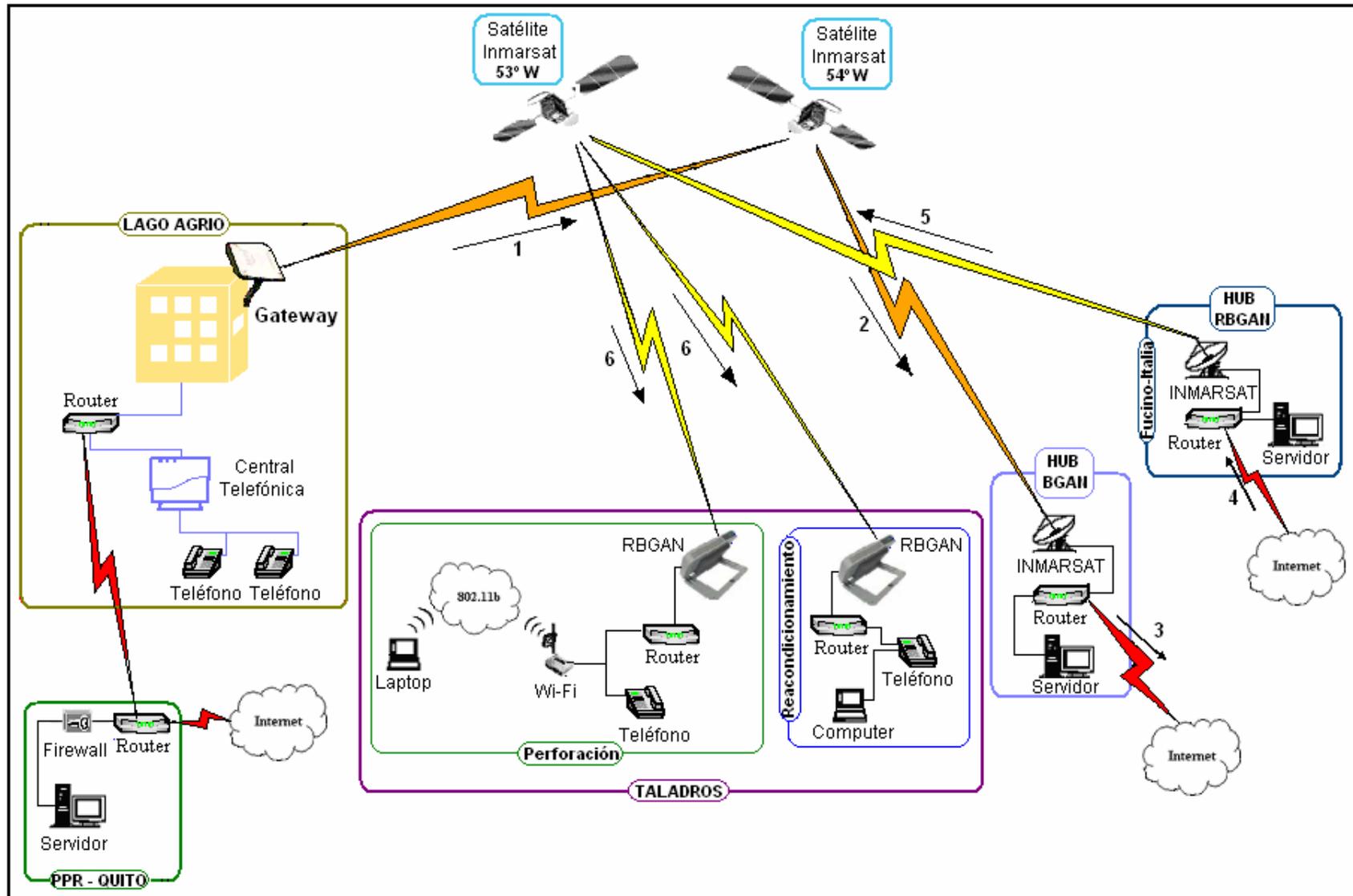


Figura. 3.2. Diagrama General de la Red de voz

## **3.2. RED DE ACCESO SATELITAL BGAN**

### **3.2.1. Introducción**

Debido a los inconvenientes presentes en el diseño de un sistema de comunicaciones para los taladros móviles; los cuales son ocasionados por varios aspectos como: la exuberante vegetación, el clima y la falta de comunicación vial, se propone como alternativa utilizar el sistema satelital BGAN para dar comunicación a los taladros en el sector del Oriente Ecuatoriano.

Para el diseño del sistema satelital se debe tener en consideración algunos factores como: el tráfico de Internet, el tráfico telefónico, tráfico de transferencia de datos; en definitiva todas las necesidades requeridas por los funcionarios. Esto permite dimensionar la cantidad de ancho de banda que se utilizará y con ello se realiza el cálculo del enlace satelital.

El análisis de estos parámetros, ayuda a determinar las tasas de transmisión de los servicios de: Intranet, Internet y telefonía, la cual determinará el costo por servicio.

En la siguiente tabla se detalla el número de funcionarios que requieren servicio de telecomunicaciones en cada taladro, la misma que se obtuvo realizando una inspección de los taladros y entrevistas a los funcionarios.

En la tabla se puede observar que todos los funcionarios de los taladros utilizan el servicio de voz; y, un grupo pequeño de ellos utilizan además los servicios de: datos, Internet e Intranet.

**Tabla. 3.1. Número de Usuarios de cada Taladro Móvil**

TALADROS	SERVICIO DE COMUNICACIONES					
	Nº personas	VOZ	DATOS	VIDEO	INTERNET	INTRANET
PERFOREC - 53	8	8	2	0	2	2
DRILLFOR - 05	8	8	2	1	4	4
CEPE - 02	10	10	2	0	2	2
GEOPESTA - 03	12	10	2	0	2	2
GEOPESTA - 01	12	12	2	0	2	2
PERFOREC RIG - 07	9	9	2	0	2	2
PETROTECH - 01	7	7	1	0	1	1
DYGOIL RIC - 10	9	9	2	0	2	2
PERFOREC - 32	9	9	2	0	2	2
DRILLFOR - 09	14	12	2	0	2	2
GEOPESTA - 02	11	11	2	0	2	2
SINOPEC - 188	25	25	4	2	4	4
TRIBOILGAS - 05	15	15	2	0	2	2
TRIBOILGAS - 06	13	13	2	0	2	2
<b>Promedio del personal</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>0.2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

### 3.2.2. Cálculo del Tráfico

El tráfico en comunicaciones, es el volumen de información que los usuarios demandan al ingresar a la red. El cálculo del tráfico se realiza con el objetivo de dimensionar adecuadamente la velocidad del canal de comunicaciones; es decir, se debe establecer la velocidad de transmisión<sup>1</sup> en [bps] necesaria para transmitir información entre dos puntos. Esta capacidad depende básicamente de las aplicaciones y del número de funcionarios que utilizan las mismas.

Para establecer una velocidad de transmisión para los taladros móviles se debe calcular el tráfico telefónico y el total del tráfico de datos, como se muestra a continuación.

<sup>1</sup> **Velocidad de transmisión** es simplemente el número de bits transmitidos por segundo cuando se envía un flujo continuo de datos.

### 3.2.2.1. Tráfico telefónico

Para determinar el tráfico telefónico se define el número de llamadas sobre un grupo de circuitos o troncales con respecto a la duración de llamadas, lo que quiere decir que el flujo del tráfico ( $a$ ) es

$$a = \lambda(\text{llamada} / \text{min utos}) * E[X](\text{min utos} / \text{llamada})\{\text{Erlang}\}$$

donde:

$\lambda$  es la cantidad de llamadas por hora

$E[X]$  es la duración de la llamada promedio.

Para el caso de los taladros móviles, la cantidad de llamadas ( $\lambda$ ) es de 20 [llamadas/día], el cual es el tráfico telefónico promedio de entrada y salida del personal de PETROPRODUCCIÓN; de acuerdo a encuestas realizadas a funcionarios que cumplen con tareas similares de operación. Por otra parte, la duración de la llamada promedio utilizada para el diseño de red es de 3 [minutos/llamada].

Entonces:

$$\lambda = 20 \frac{\text{llamadas}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min utos}} = 0.013 \frac{\text{llamadas}}{\text{min utos}}$$

$$a = 0.013 (\text{llamada} / \text{minutos}) * 3 (\text{minutos} / \text{llamada}) \quad a = 0.041 (\text{Erlang})$$

Para determinar el número de circuitos ( $c$ ) que se necesitan en un sistema, se requiere del tráfico telefónico ( $a$ ) y de la probabilidad de bloqueo ( $P_b$ ). Esto se calcula con la ecuación de Erlang B:

$$P = \frac{\frac{a^n}{n!}}{\sum_{x=0}^n \frac{a^x}{x!}}$$

donde:

- P: Probabilidad de bloqueo  
 a: Densidad del tráfico en Erlangs  
 n: Número de troncales  
 x: Número de canales ocupados

*Nota: Un valor típico para la probabilidad de bloqueo utilizado para este diseño es del 5%.*

**Tabla. 3.2. Resultados de Software: Calculadora Erlang B<sup>2</sup>**

Parámetros de Erlang B	Resultados
Tráficos ofrecidos = 0.041 Erl.	Tráfico cursado = 0 Erl.
Probabilidad de bloqueo = 5%	Circuitos = 1

El resultado del número de circuitos es 1, esto significa que se debe utilizar 1 canal para la comunicación en voz en cada uno de los taladros.

### 3.2.2.2. Tráfico de datos

Para calcular el tráfico de datos que circulará hacia los taladros, se realizó un estudio de las aplicaciones utilizadas por funcionarios que realizan actividades similares.

Determinadas las aplicaciones y su frecuencia de utilización, se realizó simulaciones de las mismas y se determinó la cantidad de tráfico cursado con ayuda del analizador de protocolos<sup>3</sup>.

*Nota: Las simulaciones con el analizador de protocolos Ethereal se encuentran en el Anexo 3.*

<sup>2</sup> Calculadora Erlang B: <http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/conversor.htm>

<sup>3</sup> Las mediciones se realizó con el analizador de protocolos "Ethereal": <http://www.softpedia.com/get/Network-Tools/Protocol-Analyzers-Sniffers/Ethereal.shtml>

En las siguientes tablas se muestra el tráfico que se genera de las aplicaciones que son transportadas a través del Internet y la Intranet.

**Tabla. 3.3. Resultados del tráfico de la aplicación de Internet**

APLICACIONES DE INTERNET	Ancho de banda digital <sup>4</sup>		TIEMPO (seg)	KBYTES
	KBytes/seg	kbps		
Web	6,1967	52,22	299,791	1857,72
E-mail	5,5185	46,08	346,703	1913,29
<b>TOTAL</b>	<b>11,7152</b>	<b>98,30</b>	<b>646,494</b>	<b>3771,01</b>

**Tabla. 3.4. Resultados del tráfico de Tx y Rx de las aplicaciones de Internet**

APLICACIONES DE INTERNET	KBYTES	TRAMAS
Web: transmisión	195,07	1107
Web: recepción	1310,72	1501
E-mail: transmisión	125,08	908
E-mail: recepción	1282,98	1258
<b>TOTAL</b>	<b>2883,14</b>	<b>4774</b>

**Tabla. 3.5. Resultados del tráfico de la aplicación de Intranet**

APLICACIONES DE INTRANET	Ancho de banda digital		TIEMPO (seg)	KBYTES
	KBytes/seg	kbps		
Web	7,26	61,44	89.025	646,76
E-mail	1,60	13,31	136,929	219,56
Transferencia de archivos	20,81	174,08	42.958	893,95
<b>TOTAL</b>	<b>29,67</b>	<b>248,83</b>	<b>262,912</b>	<b>1760,27</b>

**Tabla. 3.6. Resultados del tráfico de Tx y Rx de las aplicaciones de Intranet**

APLICACIONES DE INTRANET	KBYTES	TRAMAS
Web: transmisión	474,02	421
Web: recepción	537,42	506
E-mail: transmisión	40,35	100
E-mail: recepción	11,05	98
Transferencia de archivos Tx	842,76	747
Transferencia de archivos Rx	693,53	919
<b>TOTAL</b>	<b>2599,13</b>	<b>2791</b>

<sup>4</sup> **Ancho de banda digital.**- es la cantidad de datos que se pueden transmitir en una unidad de tiempo. Esto es en realidad la tasa de transferencia máxima permitida por el sistema, que depende del ancho de banda analógico, de la potencia de la señal, de la potencia de ruido y de la codificación de canal.

En función del tráfico de transmisión y recepción que se muestran en las tablas 3.3 a 3.6, se dimensiona la capacidad del canal de datos. Los resultados del ancho de banda total se obtienen de la multiplicación del número posible de usuarios simultáneos por el ancho de banda digital de cada aplicación. En la siguiente tabla se muestra el ancho de banda total que se necesita para las comunicaciones.

**Tabla. 3.7. Total de ancho de banda digital de Internet**

<b>APLICACIONES DE INTERNET</b>	<b>Número de usuarios simultáneos</b>	<b>Ancho de banda digital (kbps)</b>
Web: transmisión	2	99,14
Web: recepción		76,32
E-mail: transmisión	2	88,30
E-mail: recepción		63,34

**Tabla. 3.8. Total de ancho de banda digital de Intranet**

<b>APLICACIONES DE INTRANET</b>	<b>Número de usuarios simultáneos</b>	<b>Ancho de banda digital (kbps)</b>
Web: transmisión	2	14,52
Web: recepción		45,20
E-mail: transmisión	2	25,66
E-mail: recepción		1,58
Transferencia de archivos Tx	2	229,06
Transferencia de archivos Rx		41,62

**Tabla. 3.9. Total de ancho de banda digital**

<b>APLICACIONES</b>	<b>Ancho de banda digital (kbps)</b>	
	<b>TRANSMISIÓN</b>	<b>RECEPCIÓN</b>
Web	56,83	60,76
E-mail	56,98	32,46
Transferencia de archivos	41,62	229,06
<b>TOTAL</b>	<b>155,43</b>	<b>322,28</b>

Los valores obtenidos de subida y bajada en el tráfico de datos son de 155,43 y 322,28 kbps respectivamente, que corresponden al *throughput*<sup>5</sup> máximo. Este se obtiene, cuando todos los usuarios utilicen estos servicios al mismo tiempo; sin embargo en un escenario real, no todos los usuarios utilizan todos los servicios disponibles simultáneamente; y, por ello se considera que cada usuario ocupa una sola aplicación a la vez, por lo cual se promedia la tasa de transmisión obteniéndose como resultado 51,81 y 107,42 kbps de tasa de transmisión de subida y bajada respectivamente. Para dimensionar la capacidad del canal de comunicaciones se debe considerar el tráfico de datos y el tráfico telefónico que depende de los estándares de codificación, los cuales no sobrepasan de 64 kbps.

Considerando que un canal de voz ocupa hasta 32 kbps (G.726, G.7228, G.729, G.723), el canal de comunicaciones necesario para un taladro móvil podría tener una capacidad de transmisión de 100 kbps en subida y 144 kbps en bajada, que es la velocidad del terminal remoto satelital RBGAN que se empleará en este proyecto.

### 3.3. COMPONENTES DEL SISTEMA SATELITAL

En la figura 3.2 se observa los componentes del sistema satelital que son:

- Estación terrena (HUB) en Italia
- Satélite de Inmarsat
- Estación remota

---

<sup>5</sup> **Throughput:** Cantidad de información que se transmite por un medio de una unidad de tiempo

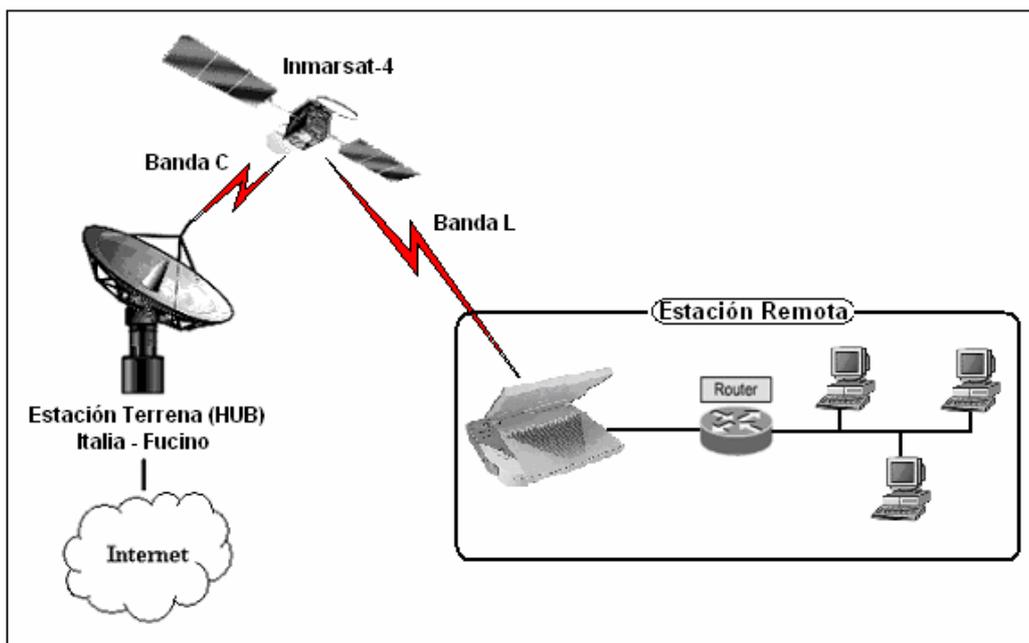


Figura. 3.3. Diagrama del enlace satelital

### 3.3.1. Estación terrena (HUB)

La estación terrena (HUB) se encuentra ubicada en Fucino – Italia donde se realiza el monitoreo, telemetría y control de los satélites Inmarsat-4 y los enlaces a las estaciones remotas de la red RBGAN.

La estación terrena o telepuerto se utiliza como concentrador de las señales que se reciben y se transmiten del satélite. Los telepuertos se componen de los siguientes subsistemas:

- **Antena parabólica** o plato reflector
- **Alimentador** es el dispositivo que envía y recibe la señal de la antena satelital. Este alimentador debe recoger las microondas concentradas en el foco de la parábola que conforman la señal.
- **El Amplificador de Alta Potencia (HPA)** es el dispositivo que incrementa el nivel de potencia de la señal en la etapa final para ser transmitida al satélite.

- **Amplificador de Bajo Ruido (Receptor) (LNA)** es el dispositivo que tiene como función amplificar la señal recibida del satélite a través de una antena con una contribución mínima de ruido. El LNA recibe una señal de RF muy débil de bajada y la amplifica a un nivel adecuado antes de enviarla al conversor de bajada.

- **Conversor de frecuencias subida/bajada**

**Conversor de subida (UpConverter)** transforma las frecuencias de IF (Frecuencia Intermedia) a RF (Radio Frecuencia) esto se genera mezclando la señal de un oscilador local para producir una señal en banda L. Después pasa a través de un filtro pasabanda para eliminar señales como el oscilador local y los armónicos, la señal de salida es mezclada en la segunda conversión de subida resultando la frecuencia deseada en banda de RF.

**Conversor de Bajada (DownConverter)** transforma las frecuencias de RF a IF. La señal amplificada por el amplificador de bajo ruido pasa a una primera conversión donde se convierte una nueva señal de RF por medio de una señal de oscilador local. La señal resultante es filtrada, amplificada y enviada a una segunda etapa de conversión de bajada, donde es mezclada con un oscilador local. El resultado final es una señal IF entre  $(140 \pm 18)$  Mhz.

- **Modem satelital (modulador, demodulador)** es el dispositivo que se utiliza para realizar el proceso de transformación de la información. Durante este proceso la información se adecua para ser transportada por el canal de comunicación.

- **Equipo de conmutación de datos (Multiplexor)**

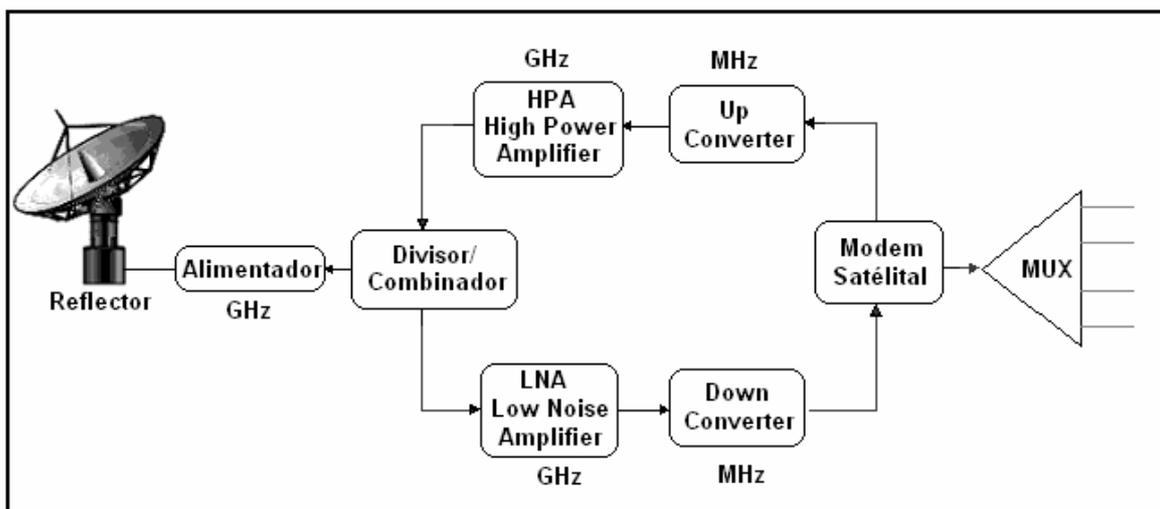


Figura. 3.4. Diagrama esquemático de la Estación Terrena (HUB)

En la siguiente tabla se muestra las características principales de la Estación Terrena (HUB) satelital de la red RBGAN

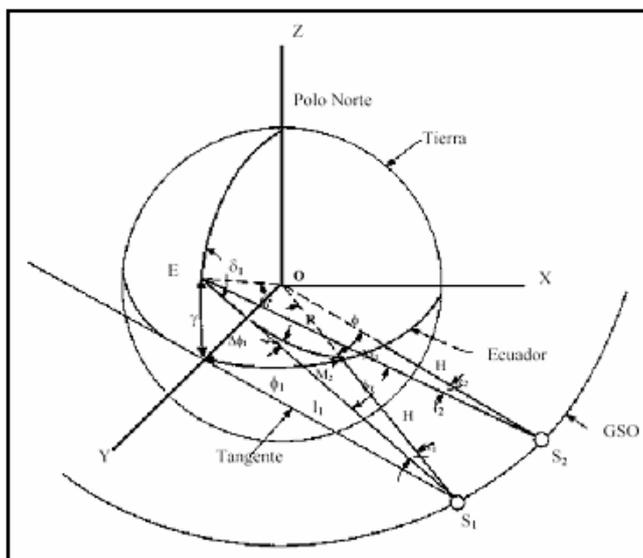
Tabla. 3.10. Datos de la Estación Terrena (HUB)

Datos de la Estación Terrena (HUB)	
Ubicación de la Estación:	Fucino - Italia
Banda de frecuencia	C
Enlace de la estación terrena	Enlace de subida: 6475 - 6725 MHz Enlace de bajada: 3400-3625 MHz
Ancho de banda	34 MHz
Diámetro de la Antena:	13.2 m
Figura de Mérito G/T:	10 dB/K <sup>0</sup>
P.I.R.E. máximo:	67 dBW
Angulo de Elevación:	6.2 <sup>0</sup>

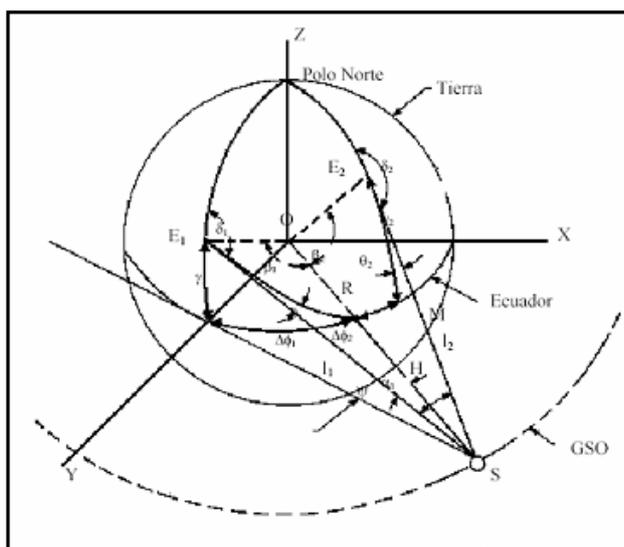
### 3.3.2. Satélite Inmarsat-4

Los satélites Inmarsat-4 se encuentran en la Orbita Geoestacionaria (GSO) a 35786.04 Km de altura de la superficie terrestre.

La ubicación de los satélites está dada por la posición longitudinal, medida al este de Greenwich, cubriendo el rango de 0 a 360 grados. Es común usar referencias Este u Oeste sobre 180 grados alrededor de Greenwich.



**Figura. 3.5. Múltiples Satélites**



**Figura. 3.6. Satélite Simple<sup>6</sup>**

Las características principales de la GSO se definen con los siguientes parámetros, que hacen coincidir la rotación de la tierra con la rotación del satélite:

<sup>6</sup> Libro del Ing. Carlos Usbeck

- Periodo T: 86.164,091 segundos (23h,56m, 4 seg).
- Radio terrestre ecuatorial R: 6.378,16 Km.
- Altitud H: 35.786,04 Km.
- Radio de la orbita R+H: 42.164,20 Km.
- Velocidad del satélite: 3,0074662 Km/seg.
- Longitud del arco de 1 grado: 735.904 metros.
- Inclinación sobre ecuador: 0 grados.
- Excentricidad: 0 grados.

En la siguiente figura se encuentra el satélite Inmarsat-4 en orbita espacial.



**Figura. 3.7. Satélite Inmarsat-4<sup>7</sup>**

El sistema RBGAN esta compuesto por el segmento satelital Inmarsat-4, que cubre el área de Latino América con el satélite I-4 (AOR-W). Este satélite se diseñó para proporcionar servicio móvil de alta velocidad en esta área. La vida útil del satélite es de 10 años de servicio y tiene una potencia de 40 watts.

El área de cobertura para Latino América se muestra a continuación:

---

<sup>7</sup> <http://www.ee.surrey.ac.uk/Teaching/Courses/eem.scma/inmarsat.pdf>



Figura. 3.8. Área de cobertura en Sudamérica

El satélite de Inmarsat-4, (AOR-W) está compuesto de los siguientes transpondedores:

- Transponder de recepción en banda C (subida) en las frecuencias de 6475 – 6725 MHz y transmisión para los usuarios en banda L (bajada) en las frecuencias de 1525 – 1559 MHz.
- Transponder de transmisión en banda L (subida) desde los usuarios en las frecuencias de 1626.5 – 1660.5 MHz y recepción en banda C (bajada) en las frecuencias de 3400 -3625 MHz.
- Transponder C a C, capaz de conectar entre estaciones terrenas.

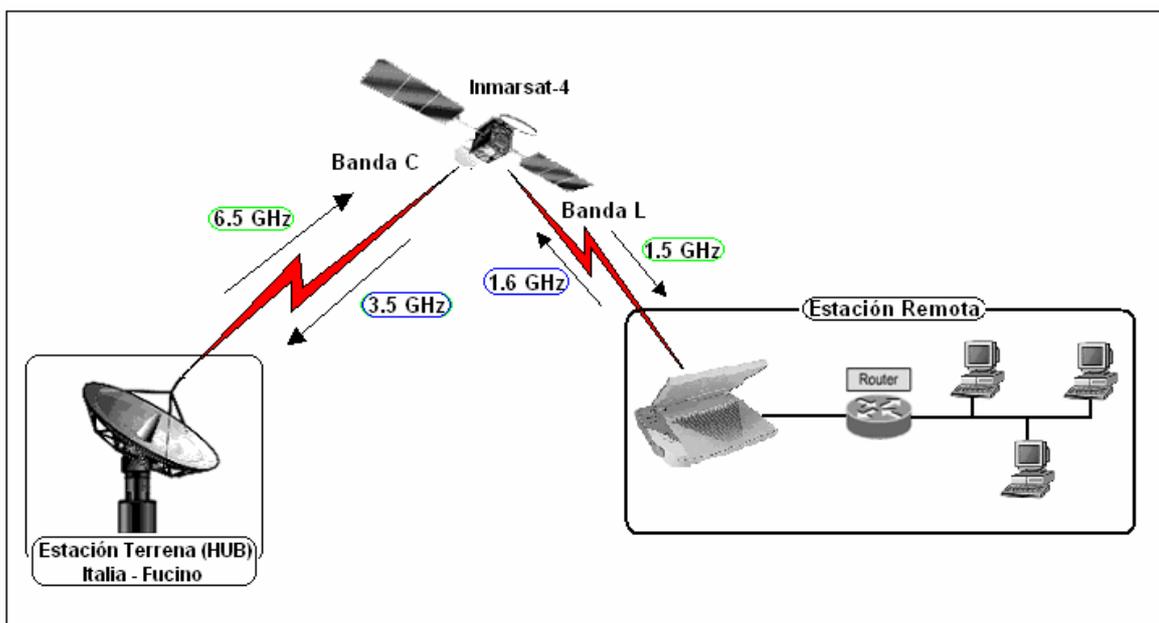


Figura. 3.9. Transponder del satélite Inmarsat-4

En la siguiente tabla se muestra los principales datos técnicos del satélite Inmarsat-4

Tabla. 3.11. Datos del Satélite Inmarsat-4

Datos del satélite Inmarsat-4	
Orbita de localización	53° Oeste (AOR-W)
Número de huellas del haz	200
Ancho de banda	34/34 MHz
Tipo de Polarización	Polarización circular mano izquierda (LHCP)

En el Capitulo 2 se encuentra detallada los satélites de Inmarsat – 4 para la red RBGAN.

### 3.3.3. Estación Remota (RBGAN)

El terminal de usuarios satelital RBGAN es el que cumple con las características del tráfico calculado, ya que transmite y recepta datos IP a velocidades de 100 y 144 kbps, respectivamente.

En la figura se muestra una foto del terminal de usuarios satelital RBGAN.



**Figura. 3.10. Terminal de usuario RBGAN**

La principal función del terminal satelital RBGAN es convertir las señales de datos TCP/IP y UDP/IP a señales moduladas RF y viceversa. RBGAN utiliza proceso múltiple FDMA y TDMA. Las frecuencias del espectro en este sistema se subdividen en sub-bandas, que cada una de estas es mapeada a un específica huella de los haces. Cada sub-banda es dividida en un número de canales de frecuencia, y cada canal se divide en intervalos de tiempo dependiendo del periodo de la trama.

La forma de funcionamiento es similar a una estación terrena con la diferencia de potencia (en este caso es mucho menor) y frecuencias (en este caso en banda L). Además permite utilizar técnicas de control de errores FEC<sup>8</sup> con factores de  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{5}{8}$  mejorando la calidad del canal de comunicaciones.

### **3.3.3.1. Administración del Terminal de usuarios**

Para poder configurar el terminal de usuarios RBGAN es necesario de un ordenador personal portátil o un computador de escritorio, en el cual debe estar instalado uno de estos sistemas operativos:

- Windows NT 4.0 (service pack 3)
- Windows 98, segunda edición
- Windows 2000

---

<sup>8</sup> **FEC** (*Forward Error Correction*) es un tipo de mecanismo de corrección de errores, que permite corregir en el receptor sin retransmisión de la información original. Se utiliza en sistemas sin retorno o sistemas en tiempo real donde no se puede esperar a la retransmisión.

- Windows ME
- Windows XP
- Mac OS X v10.1 o posterior

El ordenador debe tener una unidad de CD-ROM para poder ejecutar el programa de instalación del software. Por otra parte, es necesario que cuente con un explorador de Internet como:

- Microsoft Internet Explorer versión 5.5 o posterior.
- Netscape Communicator versión 7.0 o posterior.
- Microsoft Internet Explorer 5 o posterior para Macintosh.
- Macintosh Safari 1.0 Beta o posterior.

Los computadores deben ser compatibles con alguna de las siguientes interfaces:

- Bus serial universal (USB)
- Ethernet (RJ45)
- Tecnología inalámbrica Bluetooth que funcione con el protocolo IP

Los taladros móviles de perforación y de reacondicionamiento no tendrían problema con estos requerimientos de los ordenadores. La mayoría de ellos tienen instalado sistema operativo de la Microsoft, y por lo tanto también poseen la aplicación del navegador de Internet. Es posible actualizar el explorador del Internet si se requiere.

El terminal de usuario satelital RBGAN poseen una interfase bluetooth<sup>9</sup>, con la cual se puede enlazar equipos compatibles que operen en la banda no licenciada del spread spectrum de 2.4 GHz; con señal full-duplex. Los saltos de frecuencia van en intervalos de 1 a 79 MHz para dar un alto grado de inmunidad de interferencia.

---

<sup>9</sup> **Bluetooth.**- Es la norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia.

Esta comunicación soporta hasta siete usuarios simultáneos y tiene un alcance máximo de 10 [m].

### 3.3.3.2. Características técnicas del Terminal Remoto

En la siguiente tabla se muestra las características del enlace satelital para la estación remota del terminal RBGAN.

Tabla. 3.12. Datos del enlace satelital

<b>Datos del enlace de la Estación Remota</b>	
Satélite:	Inmarsat-4
Ubicación del Satélite:	53° Oeste
P.I.R.E. máximo:	12 dBW
P.I.R.E. referida a 4 kHz:	-1.5 dBW
Ancho de banda del canal	90 KHz
Patrón de Frecuencia	100 KHz
<b>Características de las Portadoras RBGAN</b>	
Banda de frecuencia:	L
Enlace del usuario	Enlace de subida: 1626.5 -1660.5 MHz Enlace de bajada: 1525 -1559 MHz
Tipo de Polarización:	Polarización circular mano izquierda (LHCP)
Velocidad de Transmisión:	144 kbps
Modulación:	$\pi/4$ – QPSK
FEC:	$1/2$ , $3/4$ o $5/8$
<b>Análisis del Enlace Ascendente</b>	
Potencia del HPA:	80 W
Margen para variación SFD:	-128 dBW/m <sup>2</sup>
<b>Análisis del Enlace Descendente</b>	
Temperatura del LNA:	-55°C hasta +55°C

### 3.3.3.3. Especificaciones mecánicas y ambientales

Tabla. 3.13. Especificaciones mecánicas y ambientales

Características	Detalle
Tamaño	Ancho: 9.4" Longitud: 11.8" Altura: 1.6" Peso: 3.3 lbs-3.9lbs
Temperatura	Operación: -10°C a +55°C
Humedad	Operación: 95% RH a 40°C
Energía	7.2 a 8.4 [V]
Mecanismo de vibración	200-2000 Hz

### 3.4. RESUMEN DE FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE ENLACES SATELITALES<sup>10</sup>

#### 3.4.1. Cálculo de Parámetros Geométricos

Las formulas para calcular parámetros geométricos de distancias y ángulos se muestran a continuación:

**Longitud de ruta:**  $l = [R^2 + (R+H)^2 - 2R(R+H)\cos\beta]^{1/2}$  **R= 6.378 Km; H= 35.786 Km.**

**Ángulo de elevación:**  $\cos\theta = (1/l).(R+H)\text{sen}\beta$

**Ángulo topocéntrico:**  $\cos\phi_\tau = (1/2)l_1l_2[l_1^2 + l_2^2 - (84.328\text{sen}\phi/2)^2]$

**Azimuth  $\delta$ :**  $\tan\delta = \tan \Delta\phi/\text{sen}\gamma$  ;En el hemisferio norte hay que sumar 180 grados.

#### 3.4.2. Ganancia y Eficiencia de una Antena

$$G = 10 \log \left[ n * \left( \Pi * D * f_m * \frac{1000}{299} \right)^2 \right]$$

$$n = G_{RX} \left( \frac{3}{10 \Pi f_{med} D} \right)^2$$

donde:

<sup>10</sup> Nota: El marco teórico para el cálculo satelital se encuentra en el Anexo 4

G: Ganancia de la Antena (dBi)

n: Eficiencia de la Antena

D: Diámetro de la Antena (m)

f: Frecuencia media en (GHz)

### 3.4.3. Potencia Efectiva Isotrópica Radiada PIRE

$$\text{PIRE} = G_{TX} * P$$

$$\text{PIRE} = G_{TX} \text{ [dBi]} + 10 \log P \text{ (W)}$$

$$\text{PIRE} = G_{TX} \text{ [dBi]} + P_t \text{ [dB]} - L_{bo} \text{ [dB]} - L_f \text{ [dB]}$$

### 3.4.4. Potencia del Ruido

$$P_n = KTB(W)$$

$P_n$  = potencia total del ruido (W)

K=constante de Boltzmann  $1.379 \cdot 10^{-23}$  (W/Hz\*K)

B=ancho de banda (Hz)

T=temperatura ambiente (°K)

### 3.4.5. Temperatura de Ruido Equivalente a la Entrada del Receptor

$$T_{eq} = \left[ \frac{T_a}{L_R} + T_{LNA} + T_F * \left( 1 - \frac{1}{L_R} \right) \right]$$

$L_R$  : Pérdidas  $\cdot feed_{RX}$

$T_F$  : Temperatura Ambiente °K= 239K

$T_A$  : Temperatura Ruido Antena

$T_{LNA}$  : Temperatura LNA

### 3.4.6. Figura de Mérito o Factor de Calidad

$$\frac{G}{T_{eq}} = G_{RX} - 10 \log \left[ \frac{T_A}{L_R} + T_{LNA} + T_F * \left( 1 - \frac{1}{L_R} \right) \right] (dBK^{-1})$$

### 3.4.7. Densidad de Potencia de Ruido

$$N_o = \frac{N}{B} = KT_{eq}$$

$N_o$ : densidad de ruido (W/Hz)

N: potencia del ruido total (W)

B: ancho de banda (Hz)

K: constante de Boltzmann (J/°K)

Teq: Temperatura del ruido equivalente (°K)

### 3.4.8. Potencia de Portadora

$$C' = PIRE_{ET} - L_o - L_d$$

PIRE: Potencia Radiada Isotrópica Efectiva

Lo: Pérdidas de Trayectoria de Espacio Libre

Ld: Pérdidas Atmosféricas

### 3.4.9. Relación de Potencia de Portadora a Densidad de Potencia de Ruido

$$\frac{C}{N_o} (dB.Hz) = C' (dBw) + \frac{G}{T_{eq}} - 10 \log k$$

$$\frac{C}{N_o} (dB) = \frac{Eb}{No} (dB) + 10 \log f_b$$

C': Densidad de Potencia de Portadora

G/Teq: Factor de Mérito

K: Constante de Boltzmann  $1.379 * 10^{-23}$  (W/HzK)

### 3.4.10. Relación de Potencia de Portadora a Densidad de Potencia de Ruido para un sistema de Ancho de Banda Mínimo

$$\frac{C}{N} (dB) = \frac{E_b}{N_o} - 10 \log \frac{B_{MIN}}{f_b}$$

### 3.4.11. Relación de Energía de Bit a Ruido

$$\frac{E_b}{N_o} (dB) = \frac{C}{N_o} (dB) - 10 \log f_b$$

También es necesario para los cálculos la siguiente relación

$$\frac{C}{N_o} (dB) = \frac{E_b}{N_o} (dB) + 10 \log f_b$$

### 3.4.12. Condicionamientos Generales

La calidad de un canal de comunicaciones se expresa por la tasa de errores de bit (BER) para transmisión digital.

Las condiciones de los dos tipos de transmisión dependen directamente del ruido introducido por el medio de transmisión.

Los análisis de transmisión para enlaces satelitales son similares a los de otros sistemas de transmisión. La figura 3.9 se muestra los elementos necesarios para el análisis, indica sus relaciones y los términos usados en las ecuaciones que se plantearán en este estudio.

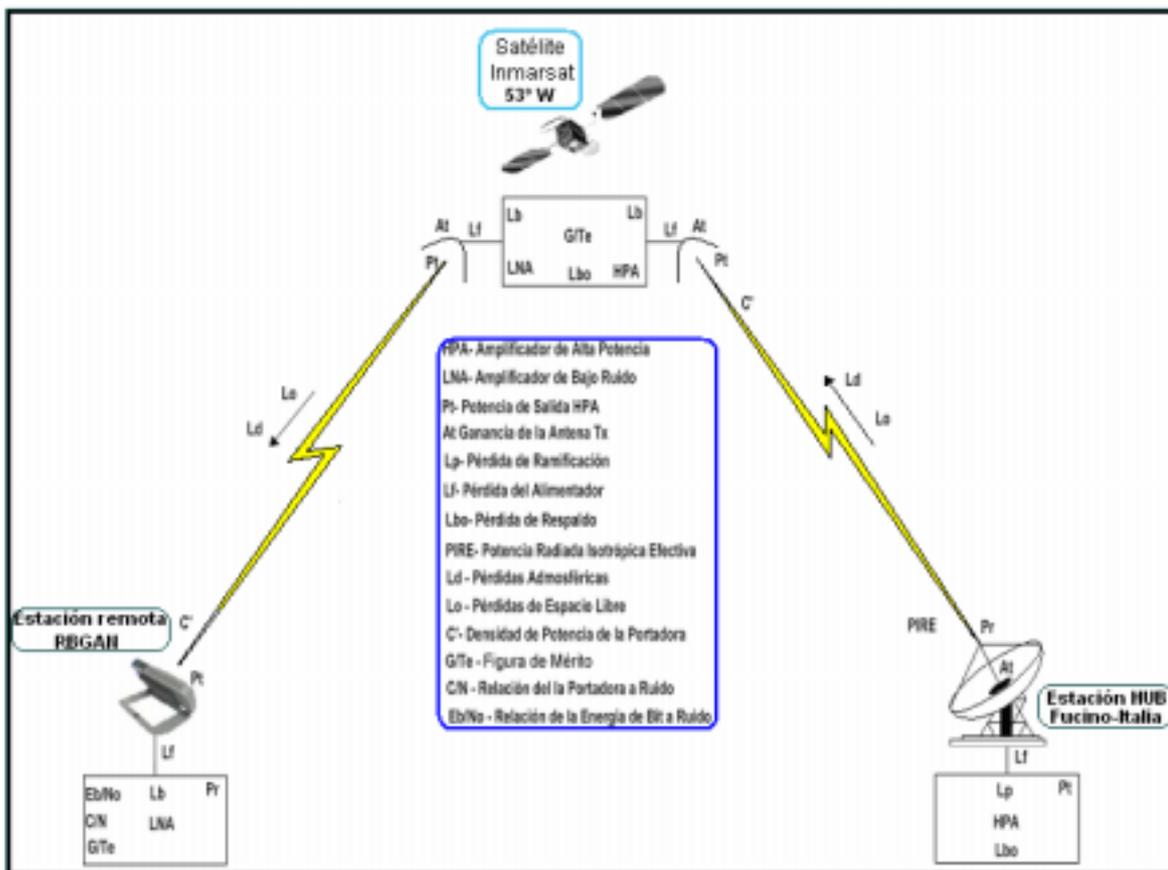


Figura. 3.11. Parámetros de Transmisión Satelital, Ganancias y Perdidas

Para calcular el ruido total del enlace, es usual analizar separadamente los enlaces ascendentes y descendentes.

Hay que considerar que las variaciones en las pérdidas y los márgenes que caracterizan el enlace ascendente son totalmente diferentes que los del enlace descendente.

### 3.5. CÁLCULO DEL ENLACE SATELITAL DEL PROYECTO

#### 3.5.1. Apuntamiento de la Antena

Debido a que el posicionamiento con el satélite es determinado por el receptor GPS que esta incorporado en el terminal satelital RBGAN, no es necesario realizar los cálculos del apuntamiento de la antena. Pero por motivo de diseño se determinaría la posición de la antena de la siguiente manera:

Datos de un taladro móvil de prueba:

Posición Geográfica del Pozo 172D Sacha ubicado a:

Latitud Sur  $\gamma = 0.33$  y Longitud Oeste  $L_E = 76.87$

Radio de la Tierra:  $R = 6378 \text{ Km}$

Altura de la Órbita Geoestacionaria  $H = 35786 \text{ Km}$

Satélite Inmarsat-4 Longitud =  $L_M = 40 \text{ W}$

### **Longitud de la Ruta (l)**

$$l = \left[ R^2 + (R + H)^2 - 2R(R + H)\cos B \right]^{1/2}$$

$$l = 37265.86 \text{ Km}$$

$$\cos B = \cos \Delta \Phi \cos \gamma$$

$$\Delta \Phi = L_M - L_E$$

$$\Delta \Phi = 40 - 76.87$$

$$\Delta \Phi = -36.87$$

$$\cos B = \cos(-36.87) \cos(0.33)$$

$$\cos B = 0.799$$

$$B = 36.87^\circ$$

$$\sin B = (1 - \cos^2 B)^{1/2} = 0.60$$

### **Ángulo de Elevación**

$$\cos \theta = \left( \frac{R + H}{l} \right) \sin B$$

$$\cos \theta = \left( \frac{6378 \text{ Km} + 35786 \text{ Km}}{37265.86 \text{ Km}} \right) * 0.60$$

$$\cos \theta = 0.678$$

$$\theta = 47.31$$

### **Ángulo de Azimut**

$$\tan \delta = \frac{\tan \Delta \Phi}{\text{Sen} \gamma}$$

$$\tan \delta = \frac{\tan(-36.87)}{\text{Sen}0.20}$$

$$\delta = 89.733^\circ$$

### 3.5.2. Cálculos del enlace satelital

Para el calculo del enlace satelital se toma en cuenta la frecuencia central de las bandas de subida (1626.5 a 1660.5 MHz) y de bajada (1525 a 1559 MHz).

#### 3.5.2.1. Enlace Ascendente

**La frecuencia central para transmisión:**

$$f_{mTX} = \frac{\text{Banda.uplink}}{2}$$

$$f_{mTX} = \frac{1.6265 + 1.6605}{2} [\text{GHz}]$$

$$f_{mTX} = 1.6435 [\text{GHz}]$$

**Ganancias de la antena del terminal satelital RBGAN:**

$$G_{TX} = 10 \log \left[ 0.65 * \left( \Pi * 0.3 * 1.6435 * \frac{1000}{299} \right)^2 \right] = 12.41 \text{dBi}$$

**Cálculo de Pérdidas en Espacio Libre del Enlace de Subida:**

Banda L uplink (1626.5 a 1660.5 MHz)

$f_m = 1.6435 \text{ GHz}$

$$L_{O_{UP}} = 92.45 + 20 \log l (\text{Km}) + 20 \log f_m (\text{GHz})$$

$$L_{O_{UP}} = 188.19 \text{ dB}$$

**Ganancia de transmisión del Satélite:**

De acuerdo a las características de huella del satélite Inmarsat-4 tiene un PIRE de 55dBw

**Datos:**

$$PIRE_{SAT} = 55dB\ w$$

D antena del satélite=9m

$$G_{TX\_SAT} = 10\log\left[0.65 * \left(\Pi * 9 * 1.6435 * \frac{1000}{299}\right)^2\right] = 41.95dB$$

**Figura de Mérito del Satélite Inmarsat-4**

$$G/Te_{SAT} = G_{RX\_SAT} - 10\log Te_{SAT}$$

$$G/Te_{SAT} = 41.4dB - 24.77K$$

$$G/Te_{SAT} = 16.62dB / K$$

**Potencia de Portadora en la antena del Satélite Inmarsat-4:****Datos:**

$$PIRE_{ET} = 12dBW$$

$$Lo_{up} = 188.19dB \quad ; \text{Pérdidas en el Espacio Libre en Subida}$$

$$Ld = 0.6dB \quad ; \text{Pérdidas Atmosféricas en Subida Adicionales}$$

$$C' = PIRE_{ET} - Lo - Ld$$

$$C' = 12dBW - 188.19dB - 0.6dB$$

$$C' = -176.79dBW$$

**Relación de Potencia de Portadora a Densidad de Potencia de Ruido del Satélite Inmarsat-4:****Datos:**

$$\pi/4 \text{ QPSK}$$

$$f_b = R = 100Kbps \quad ; \text{de enlace de subida}$$

$$\frac{C}{N_o} (dB.Hz) = C'(dBw) + \frac{G}{T_{eq}} - 10 \log k$$

$$\frac{C}{N_o} (dB.Hz) = -176.79dBW + 16.62dBK^{-1} - 10 \log 1.38 * 10^{-23}$$

$$\frac{C}{N_o} (dB.Hz) = 68.43$$

**Relación de Energía de Bit a Ruido del Satélite Inmarsat-4:**

$$\frac{E_b}{N_o} (dB) = \frac{C}{N_o} (dB) - 10 \log f_b$$

$$\frac{E_b}{N_o} (dB) = 68.43(dB) - 10 \log 100 * 10^3$$

$$\frac{E_b}{N_o} (dB) = 18.43$$

**Relación Densidad de Portadora a Ruido para un sistema de Ancho de Banda Mínimo del Satélite Inmarsat-4:**

**Datos:**

$$R = 100Kbps$$

Modulación  $\pi/4$ QPSK

Índice de Modulación  $m=4$

$$B_{MIN} = \frac{B}{m} \qquad B_{MIN} = \frac{100Kbps}{4} \qquad B_{MIN} = 25Kbps$$

$$\frac{C}{N} (dB) = \frac{E_b}{N_o} - 10 \log \frac{B_{MIN}}{f_b}$$

$$\frac{C}{N} (dB) = 18.43 - 10 \log \frac{25 * 10^3}{100 * 10^3}$$

$$\frac{C}{N} (dB) = 24.45$$

### 3.5.2.2. Enlace Descendente

**La frecuencia central para recepción:**

$$f_{mRX} = \frac{\text{Banda.downlink}}{2}$$

$$f_{mRX} = \frac{1.525 + 1.559}{2} [GHz]$$

$$f_{mRX} = 1.542 [GHz]$$

**Ganancias de la antena del terminal satelital RBGAN:**

$$G_{RX} = 10 \log \left[ 0.65 * \left( \Pi * 0.3 * 1.542 * \frac{1000}{299} \right)^2 \right] = 11.86 dB$$

**Cálculo de Pérdidas en Espacio Libre del Enlace de Bajada:**

Banda L downlink (1525 a 1559 MHz)

$f_m = 1.542 GHz$

$$L_{o\_DOWN} = 92.45 + 20 \log l (Km) + 20 \log f_m (GHz)$$

$$L_{o\_DOWN} = 187.637 dB$$

**Temperatura Ruido Equivalente a la Entrada del Transponder  $T_{e\_SAT}$  Satélite:**

$$T_{e\_SAT} = 300K \text{ (Dato del Fabricante del Satélite Inmarsat-4)}$$

**Ganancia de recepción del Satélite:**

De acuerdo a las características de huella del satélite Inmarsat-4 tiene un PIRE de 55dBw

**Datos:**

$$PIRE_{SAT} = 55dB \text{ w}$$

D antena del satélite=9m

Despejando de la siguiente fórmula encontramos la Ganancia de recepción del Satélite:

$$G_{RX} (dB) = 10 \log \left[ n * \left( \Pi * D * f_m * \frac{1000}{299} \right)^2 \right]$$

$$G_{RX\_SAT} (dB) = 10 \log \left[ 0.65 * \left( \Pi * 9 * 1.542 * \frac{1000}{299} \right)^2 \right] = 41.40dB$$

$$PIRE_{SAT} = G_{RX\_SAT} + 10 \log Ptx$$

$$Ptx = 10^{\frac{PIRE_{SAT} - G_{RX\_SAT}}{10}}$$

$$Ptx = 10^{\frac{55 - 41.4}{10}}$$

$$Ptx = 25.6W$$

Nota:  
dB=10logX  
 $X = 10^{\frac{dB}{10}}$

**Potencia de Portadora en la antena de la Estación Remota**

Entonces la PIRE del Satélite Inmarsat-4 por Portadora es:

$$PIRE_{SAT} = 55dBw$$

Reemplazando de la formula:

$$C' = PIRE_{SAT} - L_{o\text{down}} - L_d$$

$$C' = 55dBw - 187.63dB - 0.6dB$$

$$C' = -133.23dBw$$

**Temperatura Ruido Equivalente a la Entrada del Transponder  $T_{e_{ER}}$  Satélite**

$$T_{e_{ER}} = 323K \text{ (Dato del Fabricante del equipo RBGAN)}$$

**Figura de Mérito de la Estación Remota**

$$G/Te_{ER} = G_{RX\_ER} - 10\log Te_{ER}$$

$$G/Te_{ER} = 11.86dB - 25.09K$$

$$G/Te_{ER} = -13.23dB/K$$

**Relación de Potencia de Portadora a Densidad de Potencia de Ruido de la Estación Remota****Datos:** $\pi/4$  QPSK

$$f_b = R = 144Kbps$$

$$\frac{C}{N_o} (dB.Hz) = C'(dBw) + \frac{G}{T_{eq}} - 10\log k$$

$$\frac{C}{N_o} (dB.Hz) = -133.23dBW - 13.83dBK^{-1} - 10\log 1.38 * 10^{-23}$$

$$\frac{C}{N_o} (dB.Hz) = 81.54$$

**Relación de Energía de Bit a Ruido de la Estación Remota**

$$\frac{Eb}{No} (dB) = \frac{C}{N_o} (dB) - 10\log f_b$$

$$\frac{Eb}{No} (dB) = 81.54(dB) - 10\log 144 * 10^3$$

$$\frac{Eb}{No} (dB) = 29.95$$

**Relación de Potencia de Portadora a Densidad de Potencia de Ruido para un sistema de Ancho de Banda Mínimo de la Estación Remota:****Datos:**

$$R=144Kbps$$

Modulación  $\pi/4$  QPSK

Índice de Modulación  $m=4$

$$B_{MIN} = \frac{B}{m}$$

$$B_{MIN} = \frac{144Kbps}{4}$$

$$B_{MIN} = 36Kbps$$

$$\frac{C}{N} (dB) = \frac{E_b}{N_o} - 10 \log \frac{B_{MIN}}{f_b}$$

$$\frac{C}{N} (dB) = 29.95 - 10 \log \frac{36 * 10^3}{144 * 10^3}$$

$$\frac{C}{N} (dB) = 35.97$$

### **Cálculo de Ancho de Banda Ocupado por el Enlace Satelital:**

#### **Datos:**

- $R=144Kbps$  ; Velocidad de Información  
 $\alpha= 0.4$  ; Factor roll-off valor de respuesta a los  
 filtros de banda base y radiofrecuencia  
 $FEC=3/4$  ; Corrección de error sin canal de retorno  
 $m=4$  ; Factor de Modulación QPSK

#### **Solución:**

Ancho de Banda Ocupado AB

Velocidad de Transmisión  $V_{TX}$

Símbolo Rate  $S_R$

$$R = V_{TX} \times FEC$$

$$V_{TX} = \frac{R}{FEC}$$

$$V_{TX} = \frac{144Kbps}{3/4}$$

$$V_{TX} = 192Kbps$$

$$S_R = \frac{R}{FEC \times m} \quad S_R = \frac{144Kbps}{3/4 \times 4} \quad S_R = 48kbaud$$

$$AB = \frac{R \times (1 + \alpha)}{m \times FEC} \quad AB = \frac{144Kbps(1 + 0.4)}{4 \times 3/4} \quad AB = 67.2KHz$$

*Nota: Los cálculos también se encuentran en el Anexo 5 del software "Satellite Link Budget Calculador"*

### 3.5.2.3. Resultados

El parámetro más importante para determinar el enlace satelital es la relación Eb/No, que tiene un valor de 18.43 dB para el enlace de subida y de 29.95 dB para el enlace de bajada.

El valor de la relación Eb/No para todo el enlace es de 12.43 dB, este valor se encuentra por encima del margen deseado de 7.9 dB para un Pe=10<sup>-8</sup> utilizando Viterbi, FEC 3/4 y  $\pi/4$  -QPSK. Lo que significa que el enlace cumple con los valores requeridos para el buen desempeño en las comunicaciones, garantizando así el enlace satelital.

## 3.6. SERVICIOS DEL SISTEMA SATELITAL RBGAN

### 3.6.1. Internet

El servicio de Internet es provisto por el ISP de la red RBGAN, aquí se puede utilizar todas las siguientes aplicaciones, que además sirven para el servicio de Intranet.

#### 3.6.1.1. Web HTTP

Los servicios de HTTP<sup>11</sup> son accesibles a través del software “Navegador Web” que para la configuración de los terminales RBGAN se utiliza el Internet Explorer - 6 o el Netscape Navigator que se carga al instalar el sistema operativo en el computador. Para acceder al Internet es necesario ingresar una dirección IP o URL<sup>12</sup>.

### 3.6.1.2. FTP

El servicio de FTP facilita la transmisión y recepción de grandes bloques de datos por la red de Internet, mediante permisos configurados por el usuario.

Para una mejor transmisión de los archivos por FTP existen programas como:

- CuteFTP pro<sup>TM</sup>.- Este software incluye herramientas de sincronización de directorios que permite a los usuarios y el servidor remoto registren ambas direcciones, es decir si existen modificaciones en el servidor serán visualizadas inmediatamente en el cliente, y viceversa.
- Bullproof FTP.- Con este programa es sencillo descargar archivos. Permite reconectar la recepción de datos automáticamente cuando existe perdidas de conexión o retardos en la transferencia de archivos.
- Go!Zilla<sup>TM</sup>.- Este soporta descargas de archivos en forma inmediata y recupera automática de errores.
- GetRight.- Este programa de FTP es similar a los anteriores, realiza descarga de archivos y reinicio de descarga debido a desconexiones el enlace.

---

<sup>11</sup> **HTTP** (Protocolo de Transferencia de Hipertexto) se utiliza en cada transacción de la Web (WWW). El hipertexto es el contenido de las páginas web, y el protocolo de transferencia es el sistema que envía las peticiones para acceder a una página web, y la respuesta es la información que se verá en pantalla.

<sup>12</sup> **URL** “Localizador uniforme de recurso” es la cadena de caracteres con la cual se asigna una dirección única a cada uno de los recursos de información disponibles en Internet.

### 3.6.1.3. Correo Electrónico

Este servicio permite el intercambio de mensajería entre personas por medio de Internet o Intranet. Aquí es posible transferir archivos de datos en documentos, hoja de cálculo y presentaciones en diapositivas. Cualquier usuario de RBGAN puede conectarse al Internet y usar el servicio de correo electrónico proporcionado por un ISP.

Los usuarios de los taladros pueden configurar el correo electrónico para hacer el uso más rentable en la red. Es posible utilizar estos tres protocolos principales: POP3, IMAP4 y SMTP.

- **POP3** (Protocolo Postal de Oficina) es utilizado en informática para obtener los mensajes de correo electrónico almacenados en un servidor remoto.
- **IMAP** (Protocolo de acceso de mensajes electrónicos a Internet) almacenados en un servidor. Una vez configurada la cuenta IMAP es posible especificar las carpetas que se desea mostrar u ocultar, característica que lo hace diferente del protocolo POP3.
- **SMTP** (Protocolo simple de transferencia de correo electrónico) se basa en texto utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras o distintos dispositivos (PDA<sup>13</sup>, Celulares, etc).

### 3.6.2. Intranet

Para poder enlazar a los taladros móviles con la red interna de PETROPRODUCCIÓN “Intranet”, es importante configurar una red privada virtual (VPN). Esto es necesario para poder acceder a la Intranet con total garantía de seguridad.

---

<sup>13</sup> **PDA** (Ayudante personal digital) es un computador de mano originalmente diseñado como agenda electrónica.

Los terminales IP satelitales de RBGAN son compatibles con algunos dispositivos VPN como:

- Nortel Contivity VPN 2600 Extranet Switch
- Cisco VPN 3000 Concentrator Series
- Cisco PIX 515E Firewall
- Checkpoint FireWall-1 NG Gateway
- Checkpoint FireWall-1 4.1 Gateway
- NetScreen-5XP Appliance

En la red de PETROPRODUCCIÓN se tiene instalado un sistema de seguridad. Este impone la confianza entre la red privada de la empresa y el Internet. Este sistema autoriza el paso del tráfico de datos a la red interna de la empresa.

El sistema de seguridad instalado en la empresa esta basado en el equipo Cisco PIX 515E. El mismo que proporciona protección para varios tipos de ataques posibles de usuarios no-autorizados que se encuentran fuera de la red como: hackers, crackers, vándalos, y espías. Este aparato integra un gran rango de servicios por ejemplo: protección avanzada de Firewall, monitoreo del estado de la red, prevención del acceso no autorizado y VPNs.

Las características del software y del hardware del equipo Cisco PIX 515 E se detallan en la siguiente tabla a continuación:

Tabla. 3.14. Características del software y hardware del PIX 515E

Software	Hardware
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco incluye Administrador de dispositivos PIX (PDM)</li> <li>• Servidor DHCP<sup>14</sup> interno con soporte de 256 direcciones por interfase</li> <li>• Un soporte de 2000 accesos remotos.</li> <li>• Conexiones simultaneas hasta 130,000</li> <li>• Soporte de ocho 802.1q VLAN<sup>15</sup> lógicas de interfase</li> <li>• Protección para diferentes tipos de ataques a redes populares por medio de paquetes malformados.</li> <li>• Protocolo IPSec, con algoritmos de encriptación (DES/3DES/AES)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesador Intel Celaron de 433-MHz</li> <li>• Memoria RAM de 32-MB con licencia restringida; y memoria RAM de 64-MB con licencia sin restricción</li> <li>• Memoria Flash de 6-MB</li> <li>• Memoria cache de 128-KB con velocidad de 433 MHz</li> <li>• Bus de datos de 32-bit con velocidad de 33-MHz</li> <li>• Interfaces de 10/100 Fast Ethernet</li> <li>• Puerto serial de consola para acceso</li> <li>• Tasa de transmisión del Firewall de 188-Mbps</li> <li>• Encriptación de 56-bit DES<sup>16</sup>, 168-bit 3DES y 128 o 256-bit AES que son datos cifrados que aseguren la privacidad de los datos</li> <li>• Tasa de transmisión de VPN de 60/130-Mbps</li> </ul>

Como podemos observar en la figura 3.12 se detallada la configuración del sistema de seguridad interno que existe para PETROPRODUCCIÓN.

<sup>14</sup> **DHCP** (Protocolo de configuración dinámica de servidores). Es un protocolo de red en el que un servidor provee los parámetros de configuración a las computadoras conectadas a la red informática que los requieran y también incluye un mecanismo de asignación de direcciones de IP.

<sup>15</sup> **VLAN** (red de área local virtual) es una red de computadoras lógicamente independiente, que se comportan como si estuviesen conectados al mismo cable, aunque pueden estar en realidad conectados físicamente a diferentes segmentos de una red de área local.

<sup>16</sup> **DES** (Data Encryption Standard) es un algoritmo de encriptación, es decir, un método para encriptar información. Triple DES (3DES) consiste en la aplicación de tres veces consecutivas con diferentes claves en cada una. 3DES ha sido ampliamente reconocido como seguro por ahora, aunque es bastante lento.

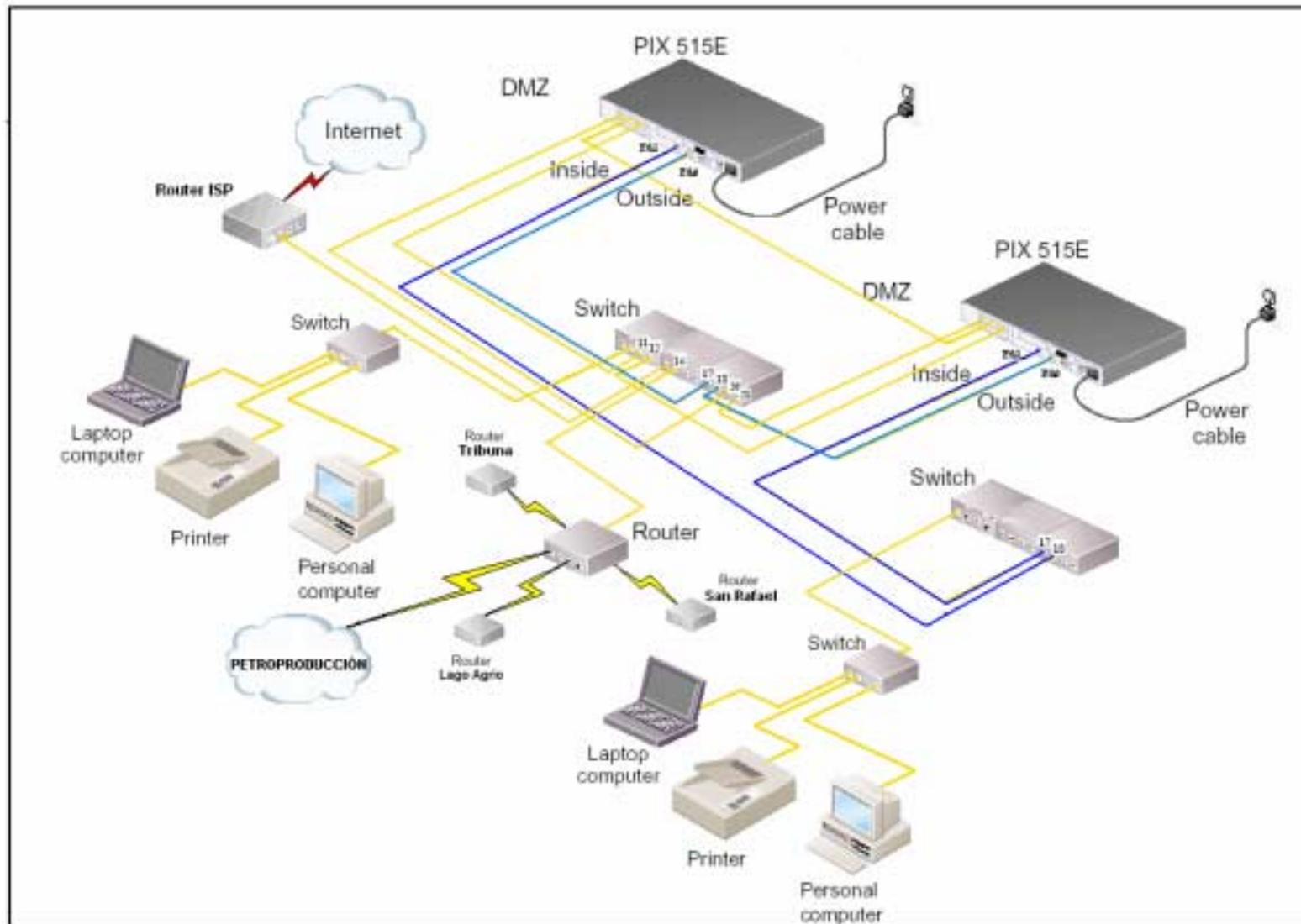


Figura. 3.12. Configuración de Networking de PETROPRODUCCIÓN

Los usuarios de los taladros deben tener instalado el sistema operativo Windows 2000 y el software Cisco VPN cliente versión 3.6.3 para poder configurar una VPN.

La configuración típica para la utilización de VPN en el sistema firewall Cisco PIX 515E y el terminal satelital RBGAN se muestra a continuación.

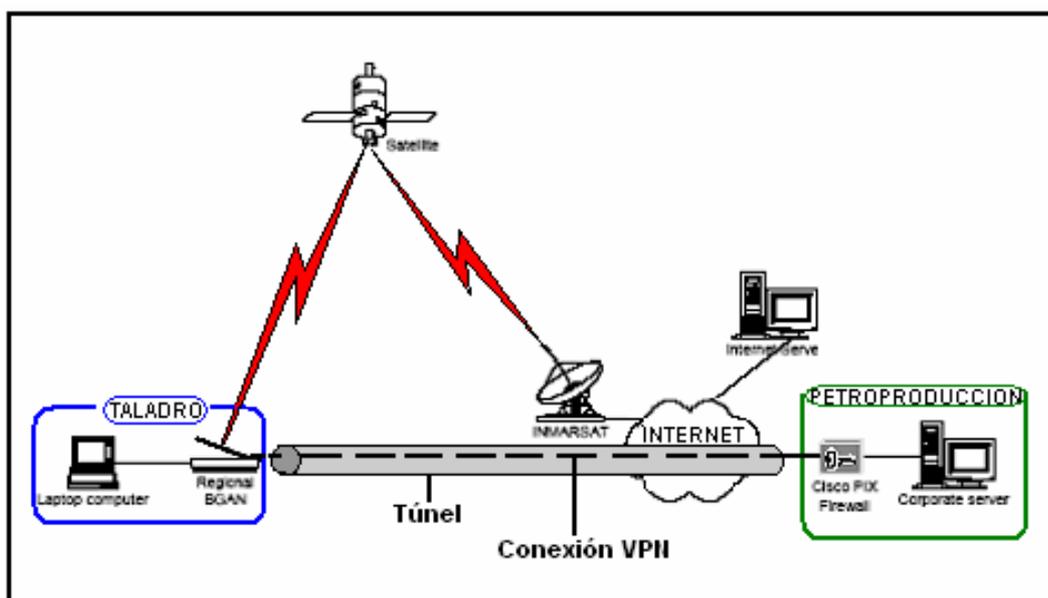


Figura. 3.13. Configuración de solo un usuario

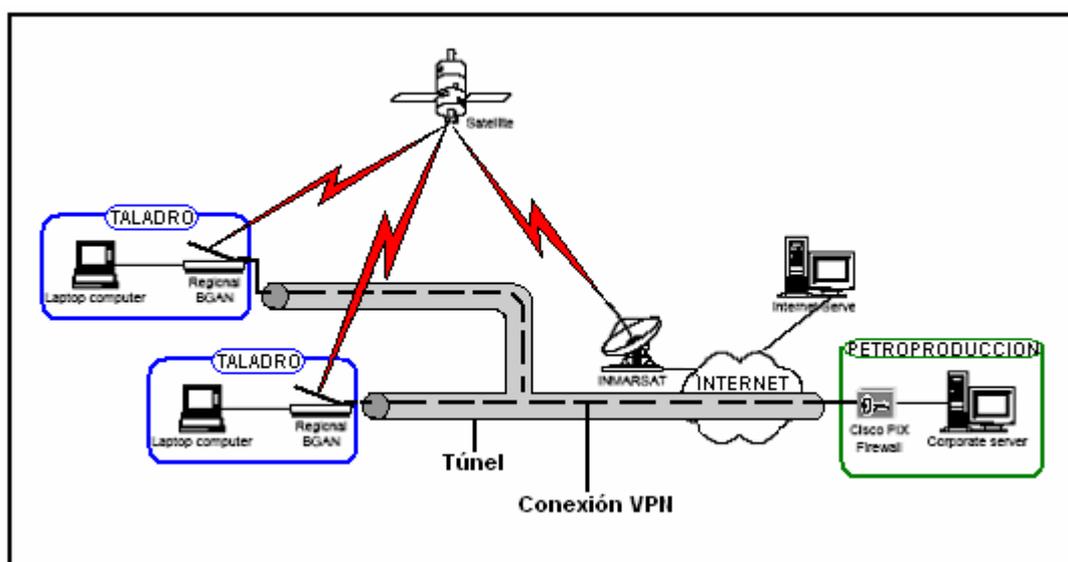


Figura. 3.14. Configuración de múltiples usuarios

En la configuración de la red privada virtual se utiliza los protocolos IPSec y

ESP que son compatibles con el terminal RBGAN, pero no se utiliza el protocolo AH. Por otra parte, este dispositivo satelital soporta el cifrado de datos a 56 bits en DES y opcional de este a 168 bits en (3DES). Además es importante recordar que no se puede usar algoritmos de encriptación para las direcciones IP.

En el *PDF 2* se detalla la configuración de la red privada virtual del terminal satelital de RBGAN.

### 3.6.3. Telefonía

Una solución para tener servicio telefónico en los taladros móviles, es enlazar a la red de PETROPRODUCCIÓN. Para esto es necesario colocar un terminal "Hughes 9201" en el campamento de Lago Agrio, donde se encuentra la central telefónica que se conecta con toda la red ya mencionada en el Capitulo 1.

Este terminal permite enviar y recibir paquetes de datos; además que posee las siguientes características:

- Datos IP (transmisión y recepción) a 492 kbps
- Transmisión de voz por ISDN (4kbps)
- Transmisión de datos por ISDN (64kbps)
- Capacidad para múltiples usuarios

A la estación remota de Lago Agrio se puede adaptar un router o gateway<sup>17</sup> que convierte las señales desde las interfaces de telefonía tradicional como: POTS, T1/E1, ISDN y troncales, a voz sobre IP "VoIP<sup>18</sup>". Este dispositivo hace que las llamadas de voz se digitalicen, codifiquen, compriman y se empaqueten para que puedan acceder permanentemente a la red IP.

---

<sup>17</sup> **Gateway** es una puerta de enlace, un nodo en una red informática que sirve de punto de acceso a otra red.

<sup>18</sup> **VoIP** es una red de paquetes de datos para transportar tráfico de voz en tiempo real.

El proceso de obtener VoIP comienza con la señal análoga del teléfono de la central de Lago Agrio que es digitalizada en señales CS-ACELP<sup>19</sup> por medio del codificador/decodificador de voz. Las muestras CS-ACELP son pasadas al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes “encapsulamiento”. Estos pueden ser transmitidos a través del Internet que es proporcionado por el terminal satelital Hughes 9201. Existe un doble salto del enlace satelital, debido a que el terminal Hughes 9201 pertenece a la red BGAN y el terminal IP satelital que se encuentra en los taladros es parte de la red RBGAN, esto genera un retardo, cuyas consecuencias se analizará más adelante. En el otro extremo de la nube, donde se encuentran los taladros móviles, se realizan exactamente las mismas funciones pero en orden inverso.

En la Figura 3.15 se observa el diagrama de bloques de la codificación de voz analógica a voz sobre IP y viceversa.

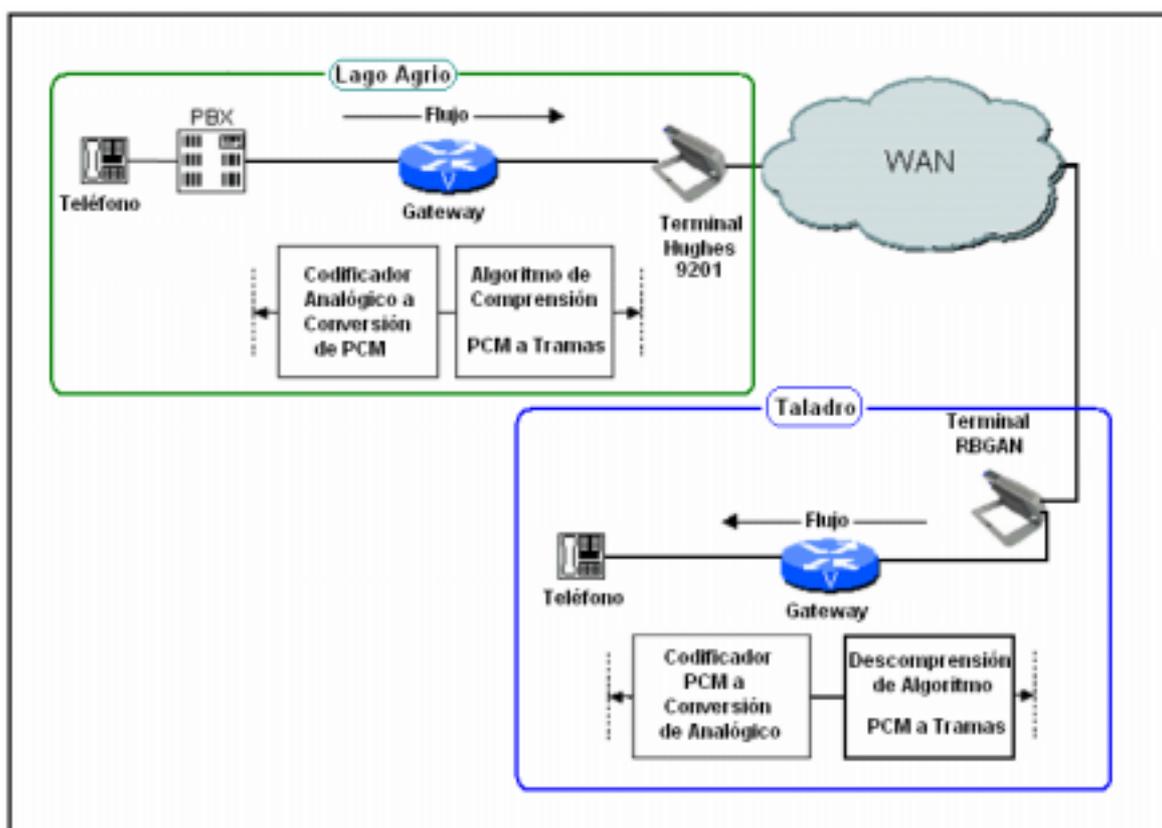


Figura. 3.15. Flujo del circuito de voz

<sup>19</sup> **CS-ACELP** (Modulación por Impulsos Codificados) es un procedimiento de modulación utilizado para transformar una señal analógica en una secuencia de bits.

La VoIP genera retardos y esto causa efectos de Eco<sup>20</sup> y de traslape del habla<sup>21</sup>. Para no tener problemas con la calidad de voz es necesario cuantificar estos factores.

La voz puede digitalizarse con los siguientes códigos estándar:

**Tabla. 3.15. Estándares de codificación de voz<sup>22</sup>**

<b>Código Estandar</b>	<b>Modulación</b>	<b>Tasa de datos</b>
G.711	PCM (Modulación por codificación de Pulso)	64 kbps
G.726	ADPCM (Modulación por codificación de pulso adaptado diferencial)	16,24,32,40 kbps
G.728	LD-CELP (Bajo retardo de código de predicción existente de línea)	16 kbps
G.729	CS-ACELP (Estructura conjugada algebraica CELP)	8 kbps
G.723.1	MP-MLQ (Cuantización de la toda probabilidad del multipulse )	6.3 kbps 5.3 kbps
	ACELP (Predicción lineal excitada de código algebraico)	6.3 kbps 5.3 kbps

En el Anexo 6 se encuentra detallado los tipos de retardos que se produce al utilizar la tecnología de VoIP.

El retardo total puede ser calculado de acuerdo al tipo de codificador de voz que se utilice para la VoIP, como muestra la tabla 3.16, asumiendo un retardo de extremo a extremo se tiene:

<sup>20</sup> **Eco** es causado por las señales reflejadas por el equipo telefónico del extremo distante que regresan al oído del hablante.

<sup>21</sup> **Traslape del habla** (cuando dos personas hablan casi al mismo tiempo) es significativo si el retardo en una sola vía es mayor de 250 milisegundos. Por lo tanto el retardo completo llega a ser mayor.

<sup>22</sup> El Estándar VoIP - Redes y servicios de banda ancha1 - Monografias\_com.htm

Tabla. 3.16. Resultados del retardo de VoIP

DISPOSITIVO	RETARDO (ms)
G.729 (retardo algorítmico)	15
G.729 (retardo de paquetización)	20
Retardo de Serialización (1 canal)	56
Retardo de propagación (36000 km de satélite)	1040
Retardos de componentes	2
<b>Total retardo fijo</b>	<b>1133</b>

El retardo obtenido de 1,1 segundos es inaceptable para una comunicación de voz como lo indica la recomendación G.114<sup>23</sup> de la UIT.

Tabla. 3.15. Relación de retardos de la G.114

Rango (ms)	Descripción
0-150	Aceptable para muchas aplicaciones de usuarios
150-400	Aceptable, con tal que el administrador de la red este atento del impacto del tiempo de transmisión en la calidad de transmisión
Sobre 400	Inaceptable para propósitos de planeación de red en general

Por lo tanto para este proyecto no sería recomendable esta solución para el servicio telefónico, debido a que el retardo es demasiado grande por la utilización del doble salto satelital.

Por ello se analiza otra solución, la cual emplea el servicio de VPN y el uso del terminal RBGAN conectado a un gateway's de voz, si es posible tener comunicación de voz en los taladros móviles.

<sup>23</sup> G.114 es la recomendación de la ITU-T que estipula el retardo máximo tolerable entre extremos de una conexión para el tiempo de procesado de información.

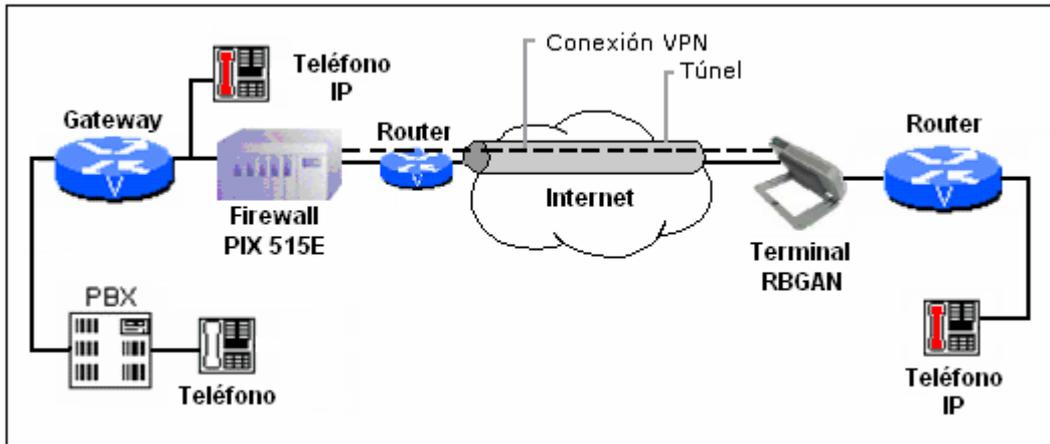


Figura. 3.16. Red VPN para Servicio de Telefonía

El retardo limite de Internet puede ser calculado, como muestra la tabla 3.15, asumiendo un retardo de extremo a extremo deseado de 150 ms, se tiene:

Tabla. 3.18. Resultados del retardo de VoIP con VPN

DISPOSITIVO	RETARDO (ms)
G.729 (retardo algorítmico)	15
G.729 (retardo de paquetización)	20
Retardo mínimo a lo largo de la ruta VPN	50
<b>Total retardo fijo</b>	<b>85</b>

El retardo obtenido de 85 ms se encuentra en el rango aceptable menor a 150 ms para la aplicación de voz hacia los taladros móviles. Con esto se puede ofrecer el servicio telefónico conectado a la red de PETROPRODUCCIÓN.

Otra solución para tener el servicio de voz es por medio del software Messenger de la página web "yahoo", donde se puede instalar audio, texto y video conferencia en el computador.

Cuando se utiliza la aplicación de voz se trabaja con el servicio de PSTN<sup>24</sup> de llamadas. El cual habilita la línea telefónica con tarjetas de prepago. El único requisito que se necesita para la comunicación es tener un micrófono y parlantes conectados al computador.

<sup>24</sup> **PSTN** (Red telefónica pública conmutada) es una red con conmutación de circuitos tradicionales para comunicaciones de voz en tiempo real. Cuando llama a alguien, cierra un conmutador al marcar y establece así un circuito con el receptor de la llamada.

Este servicio utiliza un codificadores de audio y la transmisión de llamada de voz, la tasa de transmisión esta entre 14 – 16 kbps.



Figura. 3.17. Transmisión de VoIP

#### 3.6.4. FAX

El servicio de fax electrónico, depende del proveedor de fax web. Con esta aplicación es posible enviar fax por medio del navegador de Internet. Además los documentos pueden ser recibidos electrónicamente y enviados por la dirección de correo electrónico. Esto es posible suscribiéndose desde la página del Internet “www.efax.com”. Aquí se usa el formato de archivos de imagen TIFF<sup>25</sup>, donde en la computadora se despliega como software de imagen normal. Y se envía desde correo electrónico utilizando el protocolo SMTP.

Otra forma de utilizar el fax, es cuando este posee una dirección IP. Con la capacidad de escanear, esta maquina de fax es capaz de reproducir el proceso de mensajes directamente sin la necesidad de un hardware o software. Utilizando el Internet para enviar faxes por un sitio remoto a cualquier maquina de fax conectada a un PSTN o ISDN o viceversa.

Como se muestra en la figura 3.18 se detalla la conexión del fax para el módem IP satelital RBGAN.

<sup>25</sup> **TIFF** (Formato de archivo de imágenes con etiquetas) son los datos de las imágenes propiamente dicha, "etiquetas" en las que se archiva información sobre las características de la imagen, que sirve para su tratamiento posterior.

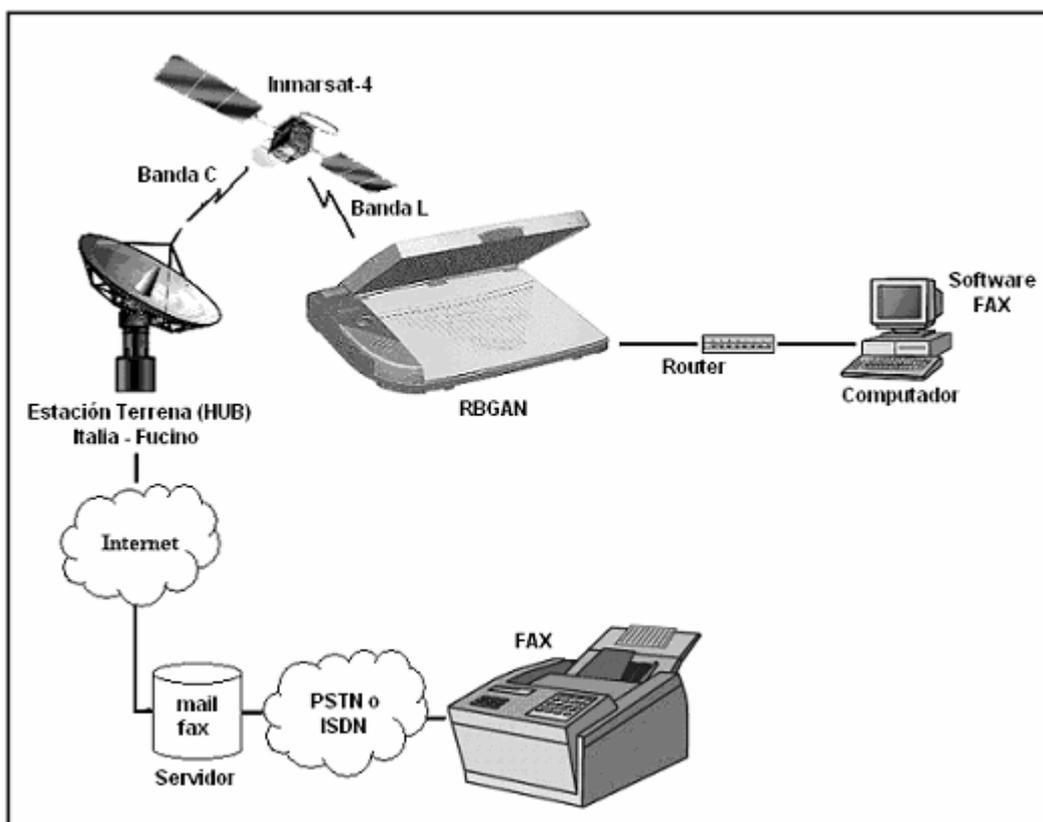


Figura. 3.18. Servicio de fax

### 3.6.5. Video conferencia

Para la parte de video conferencia se necesita tener una cámara Webcam que se encuentre habilitada. Para que exista la comunicación, los dos participantes deben estar conectados al mismo tiempo. El valor aproximado de la tasa de transmisión en kbps que se utilizando video conferencia es aproximadamente de 40 kbps.

En los taladros móviles no se les dará el servicio de video conferencia debido a que es demasiado costoso y no es una necesidad inmediata que se requiera.

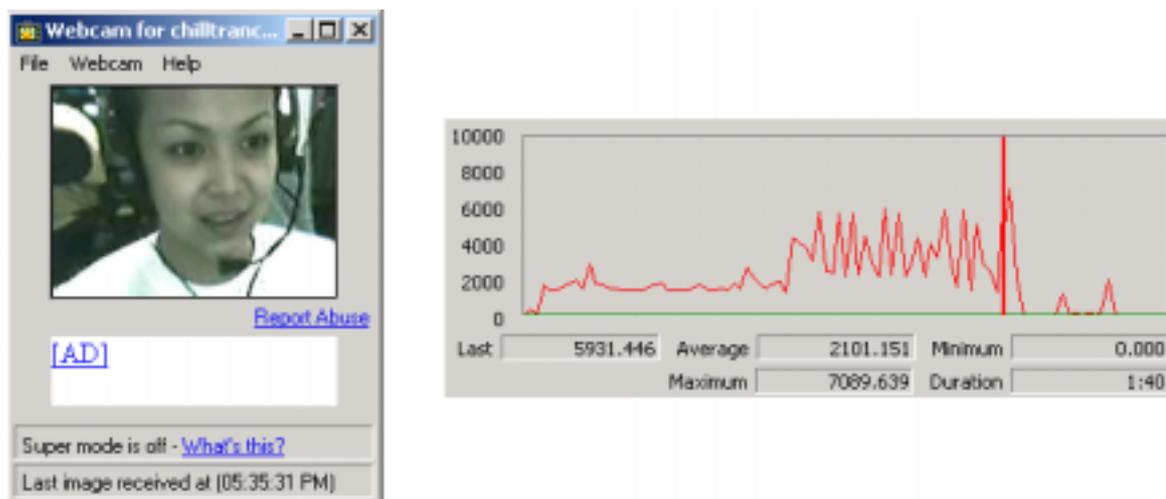


Figura. 3.19. Servicio de video conferencia

### 3.7. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA

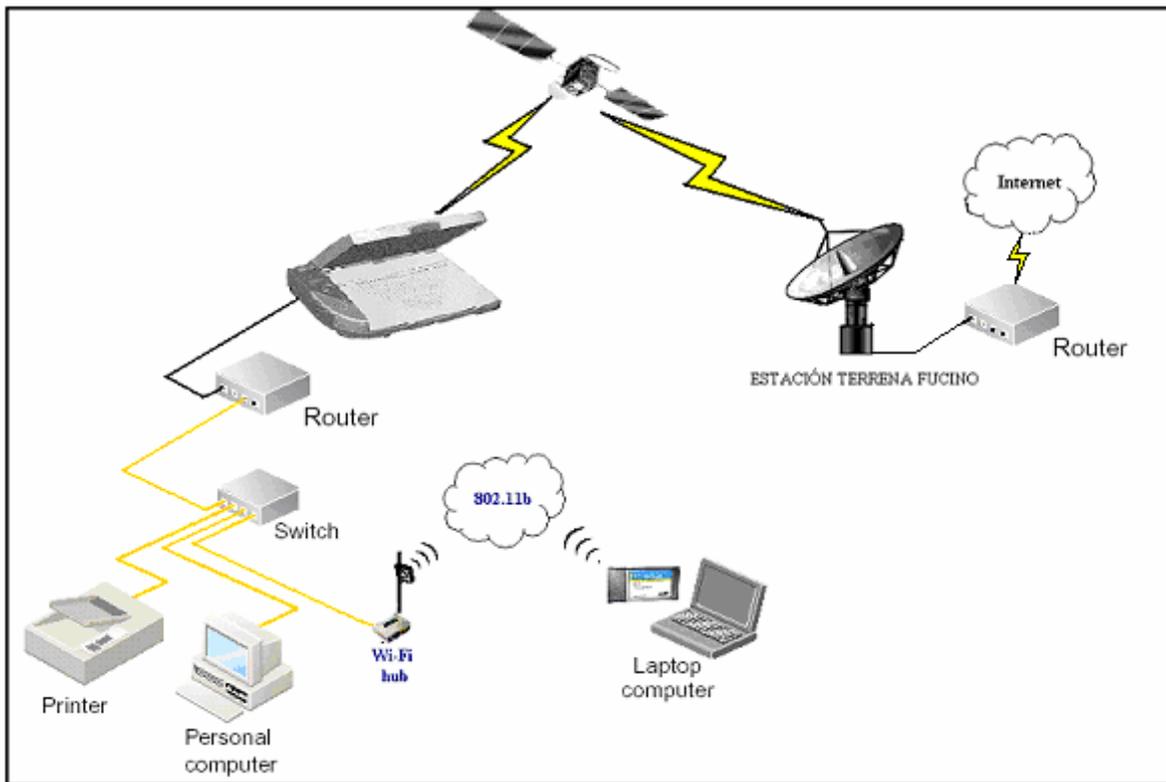
En el diseño de una red inalámbrica se debe tener en cuenta la compatibilidad de los equipos, además de considerar las distancias a la que van a estar ubicados los equipos. Es importante determinar si existen obstrucciones físicas entre los enlaces; ya que esto ocasionaría atenuaciones y pérdidas de la señal, que hacen que los datos recibidos sean erróneos.

Si se quiere obtener una buena señal a través del enlace inalámbrico, se debe tener en cuenta la potencia transmisión, la sensibilidad de los receptores y el ancho de banda de frecuencia.

#### 3.7.1. Wi-Fi (IEEE 802.11b)

El terminal satelital RBGAN soporta equipos de tecnología inalámbrica LAN del estándar 802.11a y 802.11b.

En el siguiente diagrama se muestra la configuración de la red inalámbrica LAN para los taladros de perforación.



**Figura. 3.20. Diagrama de la red inalámbrica de los taladros de perforación**

La topología de infraestructura de la red inalámbrica sirve en los taladros móviles de perforación para utilizar las computadoras laptop en cualquier parte del campamento. Esto se necesita debido a que los trabajadores tienen que adquirir y reportar la información de la perforación del pozo en la canasta de la torre del taladro; por lo que se requiere enlazar de forma inalámbrica a la red LAN interna.

Los equipos inalámbricos de este proyecto deben cumplir las siguientes características:

Tabla. 3.19. Especificaciones técnicas del Access Point 802.11b

<b>Características técnicas del Punto de acceso inalámbrico</b>	
<b>Tipo de estandar</b>	Estándares IEEE 802.11b
<b>Tipo de dispositivo:</b>	Access Point inalámbrico
<b>Velocidad de transmisión de datos:</b>	11, 5.5, 2 y 1 Mbps
<b>Formato código de línea:</b>	Espectro amplio de secuencia directa (DSSS) <ul style="list-style-type: none"> <li>• CCK para velocidades de transmisión alta y media</li> <li>• DQPSK para velocidad de transmisión estándar</li> <li>• DBPSK para velocidad de transmisión baja</li> </ul>
<b>Potencia de salida nominal</b>	14 dBm
<b>Método de espectro expandido:</b>	Multiplexado de división de frecuencias ortogonal (OFDM) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 52 subportadoras con BPSK, QPSK, 16-QAM o 64-QAM</li> <li>• Tasa de codificación convolucional de corrección de errores en el envío: 1/2, 2/3, 3/4</li> </ul>
<b>Banda de frecuencia:</b>	2.4 GHz
<b>Ancho de banda del canal</b>	25 MHz
<b>Tasa de errores en los bits (BER):</b>	Mejor que $10^{-5}$
<b>Algoritmos de encriptación:</b>	MD5 <sup>26</sup> , WEP <sup>27</sup> de 128, 64 y 152 bits, TLS <sup>28</sup>

<sup>26</sup> **MD5** (Algoritmo de Resumen del Mensaje 5) es un algoritmo de reducción criptográfico de 128 bits

<sup>27</sup> **WEP** (Wired Equivalent Privacy) es el sistema de cifrado que incluye en el estándar IEEE 802.11 como protocolo para redes inalámbricas que permite encriptar la información que se transmite. Está utiliza claves de 64 bits (40 bits más 24 bits del vector de inicialización), de 128 bits (104 bits más 24 bits).

<sup>28</sup> **TLS** (Seguridad para Capa de Transporte) que pretende abarcar toda la capa de transporte de la pila OSI.

Tabla. 3.19. Especificaciones técnicas del Access Point 802.11a

<b>Características técnicas del Punto de acceso inalámbrico</b>	
<b>Tipo de estándar</b>	Estándares IEEE 802.11a
<b>Tipo de dispositivo:</b>	Access Point inalámbrico
<b>Velocidad de transmisión de datos:</b>	54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps
<b>Potencia de salida nominal</b>	14 dBm
<b>Método de espectro expandido:</b>	Multiplexado de división de frecuencias ortogonal (OFDM) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 52 subportadoras con BPSK, QPSK, 16-QAM o 64-QAM</li> <li>• Tasa de codificación convolucional de corrección de errores en el envío: 1/2, 2/3, 3/4</li> </ul>
<b>Banda de frecuencia:</b>	5 GHz
<b>Ancho de banda del canal</b>	25 MHz
<b>Tasa de errores en los bits (BER):</b>	Mejor que $10^{-5}$
<b>Algoritmos de encriptación:</b>	Encriptación WEP WPA de 64/128-bits

### 3.8. DISEÑO FINAL

Como se especificó en secciones anteriores, los catorce taladros móviles estarán enlazados al satélite de Inmarsat-4 por medio de los terminales RBGAN.

En el siguiente diagrama se observa la solución total del proyecto.

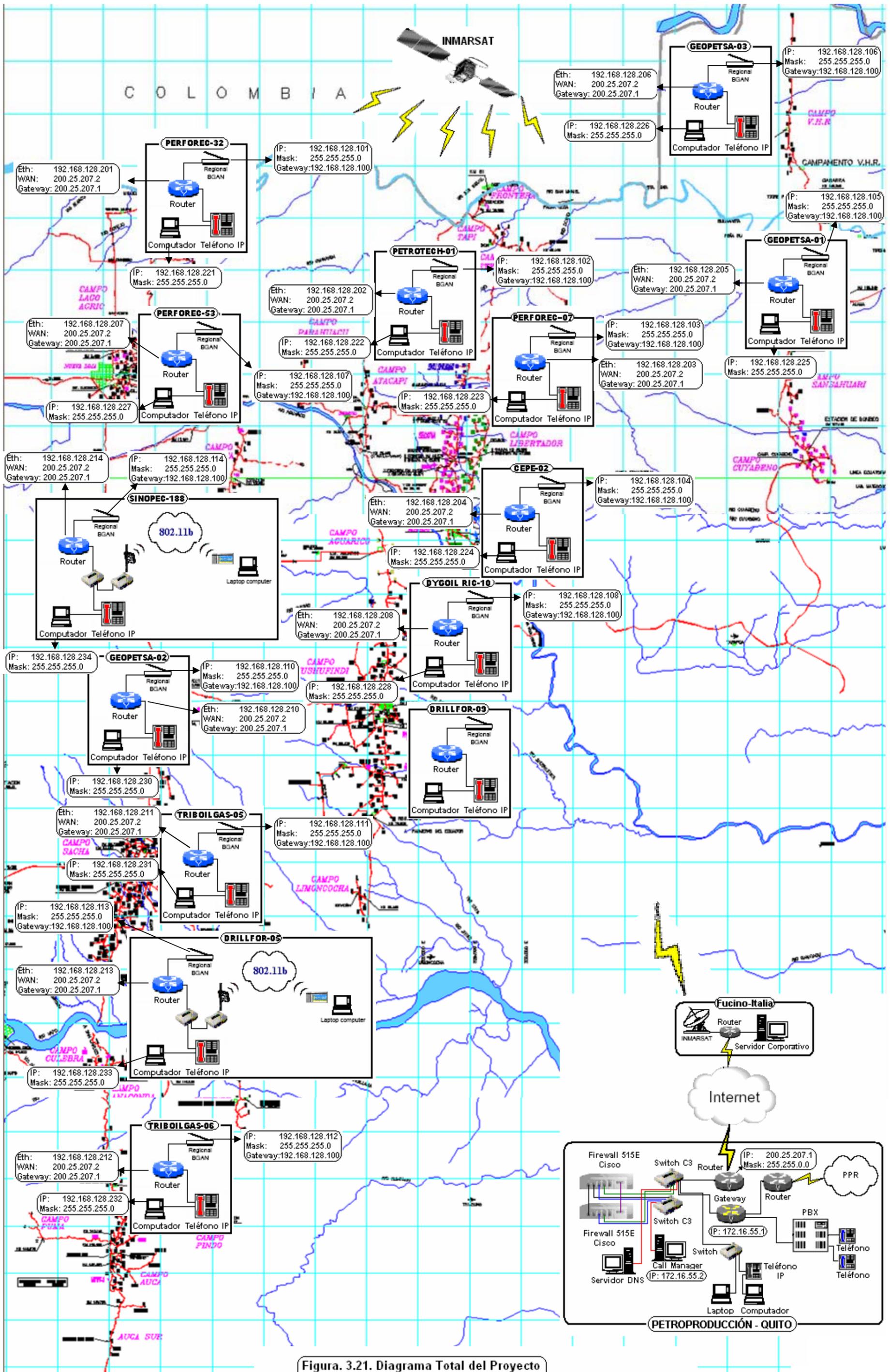


Figura. 3.21. Diagrama Total del Proyecto

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS ECONÓMICO**

#### **4.1. INTRODUCCIÓN**

El presente capítulo muestra un esquema financiero del costo real de la tecnología propuesta para este proyecto, lo que orienta directamente a PETROPRODUCCION sobre la decisión de compra, el uso y los beneficios por generarse al implementar este sistema.

Para tal efecto se desglosará un análisis económico en dos partes fundamentales: la primera detalla la inversión de los equipos, instalación, etc., y por otra parte se especifica los costos por el servicio al acceder a la red satelital RBGAN.

La inversión al adquirir esta tecnología beneficiará a la mejora de las comunicaciones en los taladros móviles, por tal motivo se busca colocar en los contratos de los taladros de perforación y de reacondicionamiento una cláusula para adquirir este sistema.

Se incorporará también el servicio prepago del acceso al satélite, con un consumo mínimo de este para todas las actividades de comunicación que se necesite.

## 4.2. COSTOS DEL PROYECTO

Para obtener el costo del proyecto, en esta sección se detallan los valores de los equipos, la instalación del sistema satelital RBGAN y del WLAN.

Para la evaluación de costos, se obtuvo una opción económicamente más adecuada, al realizar un estudio de las diferentes propuestas que brindan el mismo servicio, eligiendo aquella que representa mayores beneficios sustanciales para la consecución del proyecto.

### 4.2.1. Sistema satelital RBGAN

#### 4.2.1.1. Propuesta de compra de equipos

Tabla. 4.1. Propuesta de Compra de equipos

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL
		SISTEMA SATELITAL PARA ZONA ORIENTAL		
1	14	Estación satelital a ser instaladas en Taladros R-BGAN, Velocidad de 144 Kbps. Incluye ruteador de alta capacidad VoIP.	1.200,00	\$16800,00
2	1	Activación de toda la red	1500,00	\$ 1500,00
3	1	Instalación de toda la red. Incluye sistemas de protección.	1500,00	\$ 1500,00
			SUBTOTAL	\$19800,00
			IVA	\$ 2376,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$22176,00</b>

**NOTA:** No requiere antena exterior. En caso de requerirla, su costo es de US. 1.500,00 cada una

#### 4.2.1.2. Propuesta de renta de equipos

Tabla. 4.2. Propuesta de Renta de equipos

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL
		SISTEMA SATELITAL PARA ZONA ORIENTAL		
1	14	Estación satelital a ser instaladas en Taladros, R-BGAN, Velocidad de 144 Kbps Incluye ruteador de alta capacidad VoIP. + 30 MB libres	350,00	\$ 4900,00
2	1	Activación de toda la red	1500,00	\$ 1500,00
3	1	Instalación de toda la red. Incluye sistemas de protección.	1500,00	\$ 1500,00
			SUBTOTAL	\$ 7900,00
			IVA	\$ 948,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 8848,00</b>

En las propuestas se encuentran detallados el costo y arrendamiento de los equipos RBGAN, el valor de la activación de toda la red y la instalación. Es importante destacar que el costo del servicio de la red se encuentra especificado en la sección 4.3.

La duración del proyecto es de 30 días laborables y tiene una garantía del 99.97% del servicio los siete días a la semana, las 24 horas del día.

#### 4.2.2. Compra de Equipos Inalámbricos

Tabla. 4.3. Costos de la compra de Equipos inalámbricos

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL
		SISTEMA SATELITAL PARA ZONA ORIENTAL		
1	2	Access Point D-link 2100 DWL 2100 AP/A 108 Mbps de transferencia	88,00	\$ 176,00
2	2	Switch 8 puertos D-link	29,50	\$ 59,00
3	6	Red Usb wireless 108 Mbps	43,50	\$ 261,00
4	6	Tarjeta PCI wireless 108 Mbps	42,00	\$ 252,00
			SUBTOTAL	\$ 748,00
			IVA	\$ 89,76
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 837,76</b>

#### 4.3. COSTOS DE SERVICIO

El costo por cada MB utilizado en la red, tiene un valor de \$6,50. Para calcular la inversión mensual que debe hacer PETROPRODUCCIÓN, se utiliza la tabla 3.3. del capítulo anterior, donde se obtiene el valor de cada aplicación del tráfico de la red de datos.

Tabla. 4.4. Costos de servicios del tráfico de Internet

APLICACIONES DE INTERNET	TRAMAS	KBYTES	MBYTES	MBYTES	COSTO USD
Web: transmisión	1107	195,07	0,1905	1,4405	9,36
Web: recepción	1501	1310,72	1,2500		
E-mail: transmisión	908	125,08	0,1221	1,3750	8,94
E-mail: recepción	1258	1282,98	1,2529		
<b>TOTAL</b>	<b>4774</b>	<b>2883,14</b>	<b>2,8156</b>	<b>2,8156</b>	<b>18,30</b>

Tabla. 4.5. Costos de servicios del tráfico de Intranet

APLICACIONES DE INTRANET	TRAMAS	KBYTES	MBYTES	MBYTES	COSTO USD
Web: transmisión	421	474,02	0,4629	0,9873	6,41
Web: recepción	506	537,42	0,5244		
E-mail: transmisión	100	40,35	0,0394	0,0502	0,32
E-mail: recepción	98	11,05	0,0108		
Transferencia de archivos Tx	747	842,76	0.8223	1,4991	9,74
Transferencia de archivos Rx	919	693,53	0,6768		
<b>TOTAL</b>	<b>9869</b>	<b>2599,13</b>	<b>2,5381</b>	<b>2,5381</b>	<b>16,47</b>

Para el costo del tráfico de telefonía se utiliza la siguiente formula

$$\text{Costos por min. (\$USD)} = \frac{\text{Tasa de transmisión (bytes/s)} * \text{Costos por MB (\$USB)} * 60}{1048576(2^{20})}$$

Transmisión de voz por canal= 8 kbps

La tasa de transmisión (bytes/s)= 1,024 Bps

Costos por min. (\\$USD)= 0,00038

Costo por día (\\$USD)=0,54

#### 4.4. COSTO TOTAL DEL PROYECTO COMPRA - RENTA

Después de expresar todos los costos de este proyecto el total del mismo es necesario identificar los costos totales del primer mes.

Tabla 4.6. Costos totales del Proyecto Compra al primer mes

DESCRIPCION	P. TOTAL
Propuesta compra de equipos RBGAN	\$ 22176,00
Equipos Inalámbricos	\$ 837,76
Servicio de datos 3 MB diarios por 14 taladros	\$ 9172,80
Servicio telefónico por 14 taladros	\$ 253,96
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 32.440,52</b>

Tabla. 4.7. Costos totales del Proyecto Renta al primer mes

DESCRIPCION	P. TOTAL
Propuesta de renta de equipos RBGAN	\$ 8848,00
Equipos Inalámbricos	\$ 837,76
Servicio de 2 MB diario por 14 taladros	\$ 6115,20
Servicio telefónico por 14 taladros	\$ 253,96
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 16.054,92</b>

#### 4.4.1. Comparación de valores Renta vs. Compra

En la siguiente tabla se muestra una comparación de las dos proformas ofrecidas para la adquisición de los equipos satelitales RBGAN. En la cual se observa los valores mes a mes, que sirven de guía para tomar una decisión.

Tabla. 4.8. Comparativo de propuesta de Compra vs. Renta

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
<b>Compra</b>	32440,52	9426,76	9426,76	9426,76	9426,76	9426,76
<b>Renta</b>	16054,92	11857,16	11857,16	11857,16	11857,16	11857,16

	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total en USD
<b>Compra</b>	9426,76	9426,76	9426,76	9426,76	9426,76	9426,76	136.134,88
<b>Renta</b>	11857,16	11857,16	11857,16	11857,16	11857,16	11857,16	146.483,68

#### 4.4.2. Análisis comparativo

Como se demuestra en la tabla 4.8, se puede determinar que PETROPRODUCCIÓN debe invertir en la compra de los equipos RBGAN para la comunicación de los taladros móviles, ya que la renta de los mismos es muy elevada e inconveniente para los fines de la empresa.

En la comparación compra versus renta se observa que al invertir en la adquisición de los equipos, PETROPRODUCCIÓN ahorraría más del 20% mensual

que en el alquiler de estos; es decir que aproximadamente la empresa puede acceder a renovar los equipos cada 6 meses, si se considera necesario o si esta tecnología ofreciera algún tipo de beneficio adicional.

En el caso de que los taladros móviles sean removidos o retirados de sus funciones, se puede instalar los terminales satelitales RBGAN remotos en otros lugares sin mayor inconveniente. Permitiendo asistir a otras áreas de la empresa si fuera el caso; debido a que los equipos son versátiles y no están sujetos a restricciones de uso. Sin embargo el estudio de este proyecto esta dirigido a facilitar la comunicación en los distintos taladros; pero si fuera necesario reubicar estos terminales satelitales no existiría problema alguno y se puede optar por esta opción para no desperdiciar recursos.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- En el análisis de las tecnologías que existen en el mercado, de acuerdo a los requerimientos que se necesita para los taladros móviles de perforación y reacondicionamiento se encontró dos alternativas inalámbricas: la primera es Wimax, tecnología de acceso de banda ancha con enlace de microondas terrestre; y, la segunda BGAN, tecnología de acceso con enlace satelital.
- Dadas las características y condiciones de los taladros móviles: ubicación dispersa y distante, vegetación exuberante y el número de estos, se eligió para este diseño como solución de acceso de banda ancha a la tecnología BGAN por ser la que presenta una mejor relación costo beneficio.
- La Red Global de Banda Ancha se caracteriza por utilizar terminales portátiles de alta capacidad facilitando decisivamente la movilidad.
- Existen dos alternativas de la Red Global de Banda Ancha: BGAN y RBGAN, diferenciadas en la arquitectura, cobertura y la capacidad de los terminales; la tecnología BGAN tiene mejores áreas de cobertura y capacidad que el RBGAN. Para el diseño se eligió RBGAN.

- El sistema BGAN tiene cobertura en Europa, África, Medio Oriente y Latino América. Utilizando para el enlace desde la estación terrena al satélite banda de frecuencia C y desde el satélite hasta la estación remota banda de frecuencia L. Además, a diferencia de otros sistema de acceso múltiple, utiliza para la sincronización un dispositivo GPS (Sistema de Posicionamiento Global).
- Los cálculos realizados para determinar la conectividad de los terminales remotos RBGAN con el satélite de Inmarsat, garantizan la existencia del enlace satelital
- El Sistema Satelital RBGAN permite el despliegue de distintas aplicaciones como: Internet, Intranet, telefonía, video conferencia, etc. Usando para el efecto, un canal dedicado a una velocidad de transmisión de 144 kbps en enlace descendente y de 100 kbps en enlace ascendente.
- El presente diseño contempla la provisión de servicios de Internet, Intranet y voz a los taladro móviles. Debido a que el servicio satelital RBGAN tarifa en función del tráfico cursado, se realizo un estudio para determinar al trafico mensual que los talados generan con estos tres servicios.
- La conexión satelital va dirigida directamente al backbone de Internet, esto permite disminuir la latencia introducida por cada salto satelital. Además, con la utilización de redes privadas virtuales (VPN) se consigue enlazar a los taladros móviles al sistema de comunicaciones de PETROPRODUCCIÓN.
- No es posible dar servicio telefónico de voz sobre IP con el terminal satelital haciendo de gateway en las oficinas centrales de Lago Agrio, porque se produce un doble salto satelital y por tanto elevada latencia, lo que ocasionaría desviaciones de frecuencia, retardo de propagación, errores de

sincronismo y de señalización. Incluso la conexión podría no producirse o perderse durante la transmisión de datos.

- Con la configuración de VPN se puede enlazar a la red telefónica de PETROPRODUCCIÓN con los taladros móviles. Esto permite eliminar los retardos que se generan por el salto doble del satélite.
- Los equipos RBGAN satelitales tienen una interfase bluetooth para conectar dispositivos que tengan ésta capacidad de conexión, así como: PDA, Palm M515, celulares, etc.
- En los taladros de perforación se implementará una red LAN inalámbrica con Access Point, debido a los trabajos que se realizan en la canasta de la torre que haría inconveniente colocar cableado para dar comunicación en este lugar.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Es importante colocar el terminal satelital RBGAN en la parte más amplia de la plataforma del pozo de crudo, ya que los árboles son un obstáculo para el receptor GPS, evitando que se localice la posición del satélite.
- En el caso de que la vegetación sea demasiado exuberante en el área de perforación es importante colocar una antena exterior del GPS de mayor potencia que permite enlazar a los terminales RBGAN con el satélite.
- Se debe hacer conciencia tecnológica entre los trabajadores de los taladros móviles que utilizarán los servicios del terminal satelital RBGAN. Puesto que las aplicaciones de Internet e Intranet son exclusivamente para el uso de las tareas de la empresa y no para actividades extra curriculares. Como por ejemplo: el envío y recepción de reportes, el uso del servicio telefónico en casos indispensables y el manejo de la aplicación del Internet y la Intranet.

- No es conveniente colocar una estación remota en el campamento de Lago Agrio para dar comunicación de voz, ya que los saltos dobles al satélite producen retardos que no son acordes con la recomendación G.114 de la UIT-T.
- En la configuración de las VPN en los terminales RBGAN no se debe utilizar los protocolos IPSec, AH y no se puede usar protocolos de encriptación para las direcciones IP.
- Se debe configurar el terminal satelital RBGAN de acuerdo al manual de instalación y tomar en cuenta todas las recomendaciones de las plataformas que soporta el sistema para su funcionamiento.
- Al configurar la red inalámbrica en los taladros móviles de perforación se debe tener en cuenta las seguridades que manejan estos equipos, para que no exista modificaciones de la información.
- Si se necesita aumentar el número de funcionarios que quieran utilizar los recursos de la red LAN de cada taladro, es necesario implementar un switch de ocho puertos de capacidad.
- De acuerdo con el análisis económico es importante que se acepte la propuesta de comprar los equipos, debido al ahorro del 20% mensualmente que tendría PETROPRODUCCIÓN al no alquilar estos terminales satelitales. Y en caso de que los taladros móviles sean retirados de sus funciones, estos equipos pueden ser utilizados en otras áreas de trabajo que también son móviles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SKLAR, Bernard, *Digital communications*, 1, 2, Rose Kernan, New Jersey, Octubre 2001
- Orinoco Outdoor Wireless LAN,  
<http://www.new-technologies.org/ECT/Other/orinoco.htm>
- Tecnologías para redes LAN inalámbricas y Windows XP,  
<http://www.microsoft.com/latam/windowsxp/pro/biblioteca/planning/wirelesslan/solutions.asp>
- CUELLAR RUIZ, Jaime, Redes inalámbricas. Estándares y mecanismos de seguridad, [www.enterate.unam.mx/Articulos/2004/agosto/redes.htm](http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2004/agosto/redes.htm),2004
- FERIA GERÓNIMO, Arturo, Modelo OSI,  
<http://www.monografias.com/trabajos13/modosi/modosi.shtml#ESTRUC>
- REDES PRIVADAS VIRTUALES,  
[http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/MonogSO/COMUNW01/Tema\\_4\\_Desarrollado.htm](http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/MonogSO/COMUNW01/Tema_4_Desarrollado.htm)
- Estándares de Inmarsat,  
[http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo2\\_98.99/standnofr.html](http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo2_98.99/standnofr.html)
- Terminales BGAN, [http://www.bganworldwide.us/bga\\_terminal.html](http://www.bganworldwide.us/bga_terminal.html)
- BGAN HNS 9201 , [http://broadband.inmarsat.com/about/hns\\_9201.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/hns_9201.aspx)
- BGAN NERA WorldPro,  
[http://broadband.inmarsat.com/about/nera\\_worldpro\\_1000.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/nera_worldpro_1000.aspx)

- BGAN Explorer 700,  
[http://broadband.inmarsat.com/about/explorer\\_700.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/explorer_700.aspx)
- BGAN Explorer 500,  
[http://broadband.inmarsat.com/about/explorer\\_500.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/explorer_500.aspx)
- BGAN Wideye Sabre,  
[1http://broadband.inmarsat.com/about/wideye\\_sabre1.aspx](http://broadband.inmarsat.com/about/wideye_sabre1.aspx)
- RBGAN, <http://broadband.inmarsat.com/about/rbgan.aspx>
- INMARSAT,  
<http://www.ee.surrey.ac.uk/Teaching/Courses/eem.scma/inmarsat.pdf>
- First Inmarsat-4 satellite ready for launch,  
<http://www.comspacewatch.com/news/viewpr.html?pid=16345>
- USBECK, Carlos, Libro de SAT
- System Solutions, [http://www.tripointglobal.com/system\\_solutions.html](http://www.tripointglobal.com/system_solutions.html)
- RBGAN - Regional Broadband Global Area Network,  
<http://www.satsig.net/rbgan.htm>
- BGAN & RBGAN,  
<http://www.gpsaventura.cl/modules.php?op=modload&name=News&file=index&catid=&topic=7>
- FRANCHI, Antonio,  
[www.iee.org/oncomms/sector/communications/Articles/Download/ACC955A6-34EE-4FA9-B7817BAE43A4665D](http://www.iee.org/oncomms/sector/communications/Articles/Download/ACC955A6-34EE-4FA9-B7817BAE43A4665D), 31 de octubre del 2002
- Inmarsat RBGAN, [www.gmpcs-us.com](http://www.gmpcs-us.com)

- FALK, George, Seminarium Mobil satellitkommunikation, 2005-11-16
- Calculadora Erlang B,  
<http://personal.telefonica.terra.es/web/vr/erlang/conversor.htm>
- Ethereal, <http://www.softpedia.com/get/Network-Tools/Protocol-Analyzers-Sniffers/Ethereal.shtml>

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS HARRIS**

## 1. Lago Agrio

### 1.1 Generalidades

En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de Lago Agrio.

PARÁMETROS	LAGO AGRIO
Longitud	76° 52' 22.6" W
Latitud	00° 05' 03.2" N
Elevación	296 m

Tabla.1 Ubicación geográfica de Lago Agrio

### 1.2 Información técnica

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos del enlace Lago Agrio – Aguarico.

PARÁMETROS	Enlace
Distancia	5 Km
Frecuencia de Trabajo	7 GHz
Perdidas	123.32 dB
BER	$10^{-6}$

Tabla. 2 Parámetros del Enlace Lago Agrio – Aguarico

PARÁMETROS	Lago Agrio	Aguarico
Tipo de Antena	ANDREW VHP6-71	ANDREW VHP6-71
Diámetro de Antena	1.8m	1.8m
Ganancia de Antena	42.35 dB	42.35 dB
Azimut	239°	59°

Tabla. 3 Parámetros de las Antenas del Enlace Lago Agrio – Aguarico

### 1.3 Equipos

A continuación se presenta una tabla de las principales especificaciones del equipo existente.

<b>Equipo</b>	TRUEPOINT 5200
<b>Marca</b>	Harris
<b>Banda de Trabajo</b>	7 GHz
<b>Capacidad</b>	16.0 E1
<b>Tipo de Protección</b>	Monitored Hot <sup>1</sup>

**Tabla.4.** Información del Equipo Lago Agrio

## 2 Guarumo

### 2.1 Generalidades

En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de Guarumo.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Guarumo</b>
<b>Longitud</b>	76° 34' 8.9" W
<b>Latitud</b>	00° 03' 30" S
<b>Elevación</b>	268 m

**Tabla. 5.** Ubicación geográfica de Guarumo

### 2.2 Información técnica

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos del enlace Guarumo – Aguarico.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Enlace</b>
<b>Distancia</b>	39 Km
<b>Frecuencia de Trabajo</b>	7 GHz
<b>Perdidas</b>	141.16 dB
<b>BER</b>	10 <sup>-6</sup>

**Tabla. 6.** Parámetros del Enlace Guarumo - Aguarico

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Guarumo</b>	<b>Aguarico</b>
<b>Tipo de Antena</b>	ANDREW VHP6-71	ANDREW VHP6-71
<b>Diámetro de Antena</b>	1.8m	1.8m
<b>Ganancia de Antena</b>	42.35 dB	42.35 dB
<b>Azimut</b>	289°	109°

**Tabla. 7.** Parámetros de las Antenas del Enlace Guarumo – Aguarico

### 2.3 Equipos

<sup>1</sup> **Monitored Hot** es un tipo protección del hardware que supervisa la temperatura de los equipos radioelectricos. Estos operan con interruptores de protección conjuntamente con dos radios Lynx y una antena a cualquiera o ambos extremos del enlace.

A continuación se presenta una tabla de las principales especificaciones del equipo existente.

<b>Equipo</b>	TRUEPOINT 5200
<b>Marca</b>	Harris
<b>Banda de Trabajo</b>	7 GHz
<b>Capacidad</b>	16.0 E1
<b>Tipo de Protección</b>	Monitored Hot

**Tabla. 8.** Información del Equipo Guarumo

### 3 Aguarico

#### 3.1 Generalidades

En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de Aguarico.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>AGUARICO</b>
<b>Longitud</b>	76° 52' 50.9" W
<b>Latitud</b>	00° 03' 52.3" S
<b>Elevación</b>	328 m

**Tabla. 9.** Ubicación geográfica de Aguarico

#### 3.2 Información técnica

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos del enlace Aguarico – Sacha.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Enlace</b>
<b>Distancia</b>	44.5 Km
<b>Frecuencia de Trabajo</b>	7 GHz
<b>Perdidas</b>	142.31 dB
<b>BER</b>	$10^{-6}$

**Tabla. 10.** Parámetros del Enlace Aguarico – Sacha

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Aguarico</b>	<b>Sacha</b>
<b>Tipo de Antena</b>	ANDREW VHP6-71	ANDREW VHP6-71
<b>Diámetro de Antena</b>	1.8m	1.8m
<b>Ganancia de Antena</b>	42.35 dB	42.35 dB
<b>Azimut</b>	174°	354°

**Tabla. 11.** Parámetros de las Antenas del Enlace Aguarico – Sacha

#### 3.3 Equipos

A continuación se presenta una tabla de las principales especificaciones del equipo existente.

<b>Equipo</b>	TRUEPOINT 5200
<b>Marca</b>	Harris
<b>Banda de Trabajo</b>	7 GHz
<b>Capacidad</b>	16.0 E1
<b>Tipo de Protección</b>	Monitored Hot

**Tabla. 12.** Información del Equipo Aguarico

## 4 Sacha

### 4.1 Generalidades

En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de Sacha

PARÁMETROS	SACHA
<b>Longitud</b>	76° 52' 30.43" W
<b>Latitud</b>	00° 19' 43.6" S
<b>Elevación</b>	268 m

**Tabla. 13.** Información geográfica de Sacha

### 4.2 Equipos

A continuación se presenta una tabla de las principales especificaciones del equipo existente.

<b>Equipo</b>	TRUEPOINT 5200
<b>Marca</b>	Harris
<b>Banda de Trabajo</b>	7 GHz
<b>Capacidad</b>	16.0 E1
<b>Tipo de Protección</b>	Monitored Hot

**Tabla. 14.** Información del Equipo Sacha

## 5 Shushufindi

### 5.1 Generalidades

En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de Shushufindi

PARÁMETROS	SHUSHUFINDI
Longitud	76° 39' 3.6" W
Latitud	00° 11' 25.8" S
Elevación	282 m

Tabla. 15. Información geográfica de Shushufindi

## 5.2 Información técnica

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos del enlace Shushufindi - Sacha.

PARÁMETROS	Enlace
Distancia	30 Km
Frecuencia de Trabajo	7 GHz
Perdidas	140 dB
BER	10 <sup>-6</sup>

Tabla. 16. Parámetros del Enlace Shushufindi - Sacha

PARÁMETROS	Shushufindi	Sacha
Tipo de Antena	ANDREW VHP6-71	ANDREW VHP6-71
Díámetro de Antena	1.8 m	1.8m
Ganancia de Antena	42.35 dB	42.35 dB
Azimut	54°	234°

Tabla. 17. Parámetros de las Antenas del Enlace Shushufindi - Sacha

## 5.3 Equipos

A continuación se presenta una tabla de las principales especificaciones del equipo existente.

Equipo	TRUEPOINT 5200
Marca	Harris
Banda de Trabajo	7 GHz
Capacidad	16.0 E1
Tipo de Protección	Monitored Hot

Tabla. 18. Información del Equipo Shushufindi

## 6 Coca

### 6.1 Generalidades

En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de Coca

PARÁMETROS	COCA
Longitud	76° 58' 56.7" W
Latitud	00° 27' 21.7" S
Elevación	256 m

Tabla.19. Información geográfica del Coca

## 6.2 Información técnica

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos del enlace Coca - Sacha.

PARÁMETROS	Enlace
Distancia	19 Km
Frecuencia de Trabajo	7 GHz
Perdidas	135 dB
BER	$10^{-6}$

Tabla.20. Parámetros del Enlace Coca - Sacha

PARÁMETROS	Coca	Sacha
Tipo de Antena	ANDREW VHP6-71	ANDREW VHP6-71
Diámetro de Antena	1.8 m	1.8m
Ganancia de Antena	42.35 dB	42.35 dB
Azimut	48°	228°

Tabla. 21. Parámetros de las Antenas del Enlace Coca – Sacha

## 6.3 Equipos

A continuación se presenta una tabla de las principales especificaciones del equipo existente.

Equipo	TRUEPOINT 5200
Marca	Harris
Banda de Trabajo	7 GHz
Capacidad	16.0 E1
Tipo de Protección	Monitored Hot

Tabla. 22. Información del Equipo Coca

## 7 Auca

### 7.1 Generalidades

En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de Auca

PARÁMETROS	AUCA
Longitud	76° 52' 44.3" W
Latitud	00° 38' 28.3" S
Elevación	320 m

Tabla. 23. Información geográfica del Auca

## 7.2 Información técnica

En la siguiente tabla se muestra los datos técnicos del enlace Auca - Sacha.

PARÁMETROS	Enlace
Distancia	32.5 Km
Frecuencia de Trabajo	7 GHz
Perdidas	141 dB
BER	10 <sup>-6</sup>

Tabla. 24. Parámetros del Enlace Auca - Sacha

PARÁMETROS	Auca	Sacha
Tipo de Antena	ANDREW VHP6-71	ANDREW VHP6-71
Diámetro de Antena	1.8 m	1.8m
Ganancia de Antena	42.35 dB	42.35 dB
Azimut	359°	179°

Tabla. 25. Parámetros de las Antenas del Enlace Auca - Sacha

## 7.3 Equipos

A continuación se presenta una tabla de las principales especificaciones del equipo existente.

Equipo	TRUEPOINT 5200
Marca	Harris
Banda de Trabajo	7 GHz
Capacidad	16.0 E1
Tipo de Protección	Monitored Hot

Tabla. 26. Información del Equipo en Auca

## **ANEXO 2**

### **INSPECCIÓN EN SITIO**

## 2.1 TORRE DE PERFORACIÓN (SINOPEC – 188)



**Figura. 4.1.** Torre de perforación



**Figura. 4.2.** Camper



**Figura. 4.3.** Oficina de Company Man



**Figura. 4.4.** Oficina de Tool Phuser



**Figura. 4.5.** Laboratorio



**Figura. 4.6.** Oficina del laboratorio

Nombre del taladro: SINOPEC - 188

Tipo de taladro: perforación

Ubicación del taladro: Pozo 172D Sacha

Altura del taladro: 171 ft

Altura sobre el nivel del mar: 841 ft

Latitud: 00° 19' 48.8" S Longitud: 76° 52' 36.2" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 4050 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido húmedo

Humedad relativa: 91% Temperatura: 35.2 °C

Niveles de lluvia: 99 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] **AC** 12 [V] **DC**

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Para algunos equipos existe adaptadores de 110 [V]. Además cuenta con servicio de Internet provista de una antena VSAT con su proveedor Impsat. El servicio telefónico interno de los camper es proporcionado por una central telefónica, asimismo el Company Man y el Tool Phuser tienen teléfonos satelitales; aquí se conecta el fax para la transmisión y recepción de documentos. Otra forma de comunicación es con teléfonos celulares que proporciona la compañía contratista. Por otra parte, PETROPRODUCCIÓN tiene instalado un radio Motorola que es obsoleto. Para los trabajadores que se encuentran en la plataforma del taladro, su forma de comunicación es por Waytake. En el camper de laboratorio de muestras de crudo poseen: central telefónica, un Access Point modelo Cisco que se enlaza a una laptop ubicada en la canastilla del taladro. En este taladro existen cámaras de seguridad y televisión satelital por medio de "Direct TV".

**Servicios comunicaciones:** voz( X ) texto(X) imágenes( X ) video ( ) Internet( X ) TV ( )

Comentarios: Existen cuatro camper con Internet, el envío de los reportes se hace cada hora y es en formato hoja de calculo. Se debería hacer una convergencia del sistema de comunicaciones unificando los servicios de: voz, datos, video, Internet e Intranet para los camper.

Nº de usuarios de los servicios: 25 personas turnos de 12 horas

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 20 días

## 2.2 TALADRO DE PERFORACIÓN (DRILLFOR – 05)



Nombre del taladro: DRILLFOR - 05

Tipo de taladro: perforación

Ubicación del taladro: Pozo 31 Secoya

Altura del taladro: 150 ft

Altura sobre el nivel del mar: 939 ft

Latitud: 00° 00' 7.39" N Longitud: 76° 35' 31.43" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 10000 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido - húmedo

Humedad relativa: 80% Temperatura: 32.4 °C

Niveles de lluvia: 35 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] AC 12 [V] DC  
 Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Para el envío de los reportes se utiliza Internet que proporciona el sistema satelital VSAT, con su proveedor Impsat. Existe comunicación de voz con radios Motorola y teléfonos celulares "Porta". Se tiene servicio de televisión satelital con "Direct TV".

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: En el taladro de perforación existe comunicación de voz por medio de teléfonos celulares. Pero hay el inconveniente de que en ciertas partes del Oriente Ecuatoriano no existe cobertura de este servicio. Aquí se debe tener una convergencia de servicios básicos como: voz, datos, video, Internet y Intranet. Ya que se necesita información en tiempo real y con mayor eficiente.

Nº de usuarios de los servicios: 8 en la mañana y 8 en la tarde

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 20 a 25 días.

### 2.3 TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (PERFOREC - 53)



Nombre del taladro: PERFOREC - 53

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 12 Guanta

Altura del taladro: 103.4 ft

Altura sobre el nivel del mar: 895.97 ft

Latitud: 00° 01' 52.489" N Longitud: 76° 45' 50.98" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 3000 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido - húmedo

Humedad relativa: 80% Temperatura: 32.6 °C

Niveles de lluvia: 34 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] AC 12 [V] DC

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Al momento existe el servicio de voz con radios Motorola y poseen teléfonos celulares con el proveedor "Porta". El Company Man tiene televisión satelital por "Direct TV"

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: Aquí se debe implementar un sistema de comunicaciones que tenga el servicio de Internet. Debido a que se envían reportes diarios a las 6:30 a.m. Para hacer esto, el Company Man debe trasladarse a la estación de PETROPRODUCCIÓN más cercana para enviar los reportes a Quito y a la empresa contratista. Es importante que se tenga un sistema telefónico que enlace a las estaciones con el taladro para cualquier emergencia que se presente en el pozo.

Nº de usuarios de los servicios: 8 en la mañana y 8 en la tarde

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 6 días mínimo y 2 meses máximo

#### 2.4. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (GEOPETSA - 03)



**Figura. 4.14.** Torre de reacondicionamiento



**Figura. 4.15.** Container



**Figura. 4.16.** Oficina de Company Man



**Figura. 4.17.** Equipos electrónicos

Nombre del taladro: GEOPETSA - 03

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 03 Atacapi

Altura del taladro: 112 ft

Altura sobre el nivel del mar: 895.97 ft

Latitud: 00° 01' 52.489" N Longitud: 76° 45' 50.98" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 1250 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido húmedo

Humedad relativa: 80% Temperatura: 32.4 °C

Niveles de lluvia: 35 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] AC 12 [V] DC

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Al momento se posee radios Motorola y teléfonos celulares "Porta" para la comunicación de voz. Los jefes tienen servicio de televisión satelital con "Direct TV", todo esto proporcionado por la empresa contratista

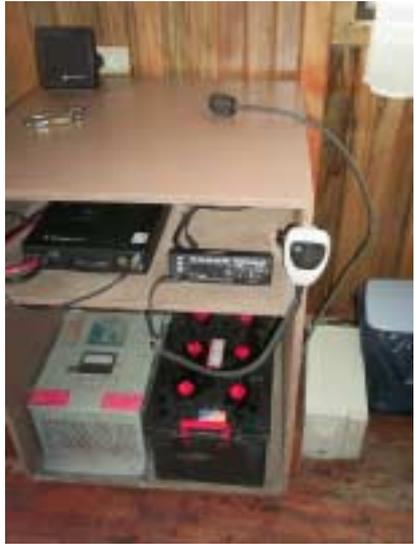
**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: se necesita implementar un sistema de comunicaciones que permita acceder a Internet para enviar los reportes diarios. Los cuales son receptados en Quito y por la empresa contratista a las 6:30 a.m. Además es importante que se tenga un sistema telefónico que se enlace con las estaciones más cercanas para cualquier emergencia del reacondicionamiento del pozo.

Nº de usuarios de los servicios: 12 en la mañana y 9 en la tarde

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 10 días mínimo y 2 meses máximo

## 2.5. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (GEPETSA - 01)

	
<p><b>Figura. 4.18.</b> Torre de reacondicionamiento</p>	<p><b>Figura. 4.19.</b> Container</p>
	
<p><b>Figura. 4.20.</b> Oficina de Company Man</p>	<p><b>Figura. 4.21.</b> Equipo Motorola</p>

Nombre del taladro: GEPETSA - 01

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 25 Cuyabeno

Altura del taladro: 110 ft

Altura sobre el nivel del mar: 782 ft

Latitud: 00° 02' 56.55" N Longitud: 76° 17' 4.07" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 9500 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido - húmedo

Humedad relativa: 89% Temperatura: 36 °C

Niveles de lluvia: 30 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] AC 12 [V] DC

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Existe al momento un radio Motorola obsoleto y radio Kenwood que es para uso de la empresa contratista. El Company Man y el Tool Phuser tienen servicio de televisión satelital por medio de "Direct TV". Para la comunicación de voz, los empleados del taladro utilizan teléfonos celulares "Porta"

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: No existe servicio de Internet, el tamaño de los reportes es de 1.9 Mbits hasta 3.44 Mbits. El Company Man tiene que trasladarse a la estación de PETROPRODUCCIÓN más cercana para poder enviar estos reportes. Aquí es necesario servicio de fax para el envío de información.

Nº de usuarios de los servicios: 12 en la mañana y 12 en la tarde

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 5 días mínimo y 90 días máximo

## 2.6. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (CEPE – 02)



**Figura. 4.22.** Torre de reacondicionamiento



**Figura. 4.23.** Equipo Motorola

Nombre del taladro: CEPE - 02

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 17 Secoya

Altura del taladro: 95 ft

Altura sobre el nivel del mar: 842.2 ft

Latitud: 00° 02' 18.73" N Longitud: 76° 34' 38.62" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 4050 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido húmedo

Humedad relativa: 80% Temperatura: 32.4 °C

Niveles de lluvia: 35 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] AC 12 [V] DC

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Poseen radios Motorola que les proporciona PETROPRODUCCIÓN y teléfonos celulares "Porta" que son de la empresa contratista

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: se necesita implementar un sistema de comunicaciones con acceso a Internet, para que el Company Man y el Tool Phuser envíen sus reportes diarios del reacondicionamiento del pozo. Además es importante que se tenga un sistema telefónico que enlace con las estaciones más cercanas para cualquier emergencia; por otro lado es importante para PETROPRODUCCIÓN que la información tenga respaldos de seguridad por medio de Intranet.

Nº de usuarios de los servicios: 10 en la mañana y 10 en la tarde

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 5 días mínimo y 2 meses máximo

## 2.7. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (PERFOREC RIG - 07)

	
<p><b>Figura. 4.24.</b> Torre de reacondicionamiento</p>	<p><b>Figura. 4.25.</b> Camper</p>
	
<p><b>Figura. 4.26.</b> Oficina de Company Man</p>	<p><b>Figura. 4.27.</b> Equipo Motorola</p>

Nombre del taladro: PERFOREC RIG - 07

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 108D Shushufindi

Altura del taladro: 107 ft

Altura sobre el nivel del mar: 838.425 ft

Latitud: 00° 08' 0.893" S Longitud: 76° 38' 17.56" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 10000 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido - húmedo

Humedad relativa: 85% Temperatura: 34.4 °C

Niveles de lluvia: 40.1 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] AC 12 [V] DC

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Se tiene comunicación de voz con radios Motorola y teléfonos celulares "Porta". Existe en dos camper servicio de televisión satelital con "Direct TV". Para el registro de la información se tiene computadoras laptop con tarjeta wireless.

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: Necesitan transmitir información en tiempo real. Es importante tener un sistema de comunicaciones en caso de emergencia

Nº de usuarios de los servicios: grupo de 9 personas en turnos de 12 horas

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: promedio de 15 días

## 2.8. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (PETROTECH - 01)



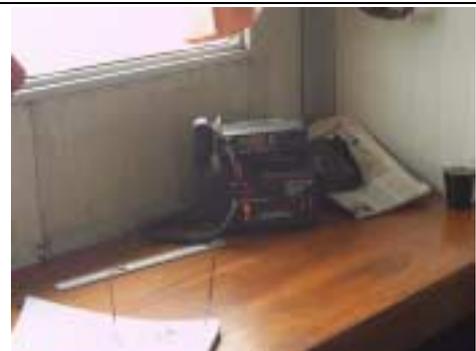
**Figura. 4.28.** Torre de reacondicionamiento



**Figura. 4.29.** Camper



**Figura. 4.30.** Camper



**Figura. 4.31.** Equipo ICOM

Nombre del taladro: PETROTECH - 01

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 31 Shushufindi

Altura del taladro: 104 ft

Altura sobre el nivel del mar: 841 ft

Latitud: 00° 10' 47.8" S Longitud: 76° 39' 12.5" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 4050 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido húmedo

Humedad relativa: 85% Temperatura: 34.4 °C

Niveles de lluvia: 40.1 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] AC 12 [V] DC

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Existe radios (ICOM) por la empresa contratista y teléfonos celulares "Porta". Además poseen televisión satelital por "Direct TV".

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: se requiere enviar reportes por fax e Internet a PETROPRODUCCIÓN y a la empresa contratista. Esta información es de 1.4 Mbits hasta 3.44 Mbits.

Nº de usuarios de los servicios: 7 personas de 3 grupos de 12 horas

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 5 días mínimo y 1 meses máximo

## 2.9. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (PERFOREC - 32)



**Figura. 4.32.** Torre de reacondicionamiento



**Figura. 4.33.** Camper



Nombre del taladro: PERFOREC - 32

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 110D Shushufindi

Altura del taladro: 90 ft

Altura sobre el nivel del mar: 824 ft

Latitud: 00° 11' 32.766" S Longitud: 76° 38' 37.055" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 9000 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido húmedo

Humedad relativa: 85% Temperatura: 34.4 °C

Niveles de lluvia: 40.1 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] AC 12 [V] DC

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: En este taladro existe un radio Motorola inservible de PETROPRODUCCIÓN y se utiliza telefonía celular "Porta" adquiridos por los propios empleados para poder comunicarse. Se tiene instaladas computadoras para almacenar información de la perforación. Los jefes del taladro poseen servicio de televisión satelital por "Direct TV".

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: se requiere enviar reportes por fax e Internet a PETROPRODUCCIÓN y a la empresa contratista

Nº de usuarios de los servicios: 9 de mañana y 9 de noche

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 5 días mínimo y 2 meses máximo

## 2.10. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (DYGOIL RIC - 10)



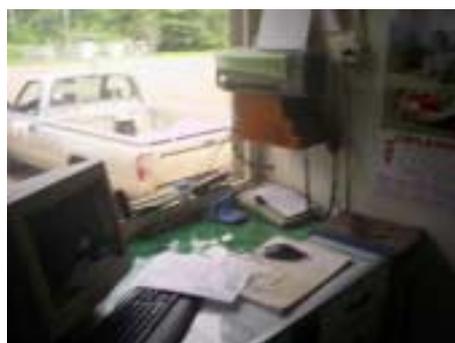
**Figura. 4.36.** Torre de reacondicionamiento



**Figura. 4.37.** Camper



**Figura. 4.38.** Oficina de Company Man



**Figura. 4.39.** Oficina del Tool Pusher

Nombre del taladro: DYGOIL RIC - 10

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 75 Shushufindi

Altura del taladro: 90 ft

Altura sobre el nivel del mar: 824 ft

Latitud: 00° 13' 47.787" S Longitud: 76° 39' 12.085" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 6400 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido húmedo

Humedad relativa: 85% Temperatura: 34.4 °C

Niveles de lluvia: 40.1 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] **AC** 12 [V] **DC**

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Se tiene teléfonos celulares en “Porta”. Existen laptop con tarjeta wireless y televisión satelital por (Direct TV).

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

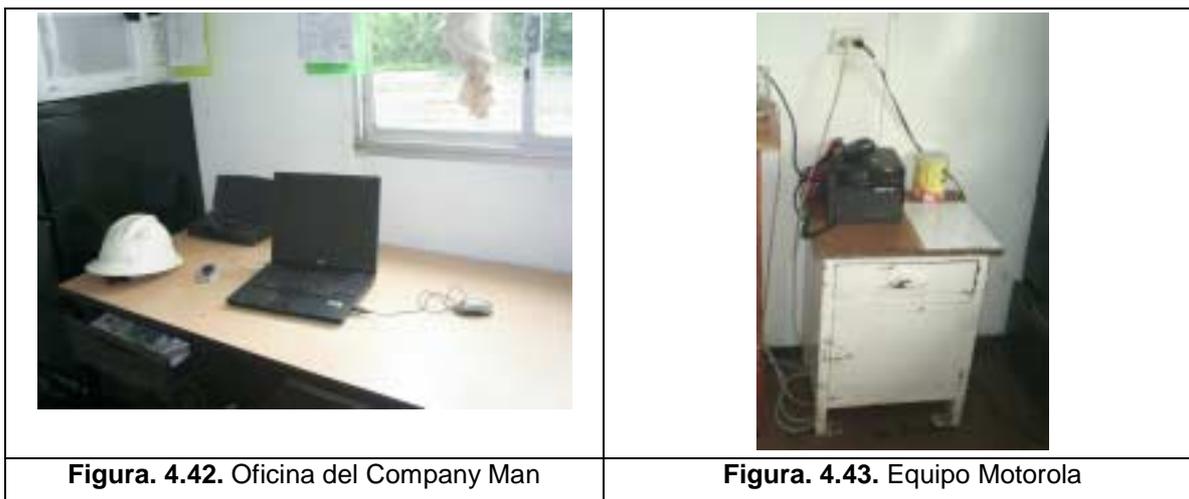
Comentarios: se requiere enviar reportes por fax e Internet a PETROPRODUCCIÓN y a la empresa contratista. Por otra parte, es necesario el servicio telefónico porque en ciertas partes del Oriente Amazónico no se tiene cobertura de celulares.

Nº de usuarios de los servicios: 9 de mañana y 9 de noche

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 5 días mínimo y 2 meses máximo

## 2.11. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (DRILLFOR - 09)





Nombre del taladro: DRILLFOR - 09

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 07 Shushufindi

Altura del taladro: 103 ft

Altura sobre el nivel del mar: 936 ft

Latitud: 00° 06' 9.29" N Longitud: 76° 34' 49.84" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 8500 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido húmedo

Humedad relativa: 85% Temperatura: 34.4 °C

Niveles de lluvia: 40.1 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] **AC** 12 [V] **DC**

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: En este taladro tiene un radio Motorola proporcionado por PETROPRODUCCIÓN y por la empresa contratista se utiliza telefonía celular "Porta". Existe el servicio de televisión satelital por "Direct TV".

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: se requiere enviar reportes por fax e Internet a PETROPRODUCCIÓN y a la empresa contratista de forma inmediata

Nº de usuarios de los servicios: 14 de mañana y 10 de noche

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 4 días mínimo y 2 meses máximo

## 2.12. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (GEOPETSA - 02)

	
<p><b>Figura. 4.44.</b> Torre de reacondicionamiento</p>	<p><b>Figura. 4.45.</b> Equipo Motorola</p>

Nombre del taladro: GEOPETSA - 02

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 171 H Sacha

Altura del taladro: 122 ft

Altura sobre el nivel del mar: 884 ft

Latitud: 00° 16' 33.6" S Longitud: 76° 51' 11.16" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 4050 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido - húmedo

Humedad relativa: 91% Temperatura: 35.2 °C

Niveles de lluvia: 99 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] **AC** no **DC**

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Se tiene comunicación de: radios Motorota, teléfonos celulares "Porta" y televisión satelital con "Direct TV".

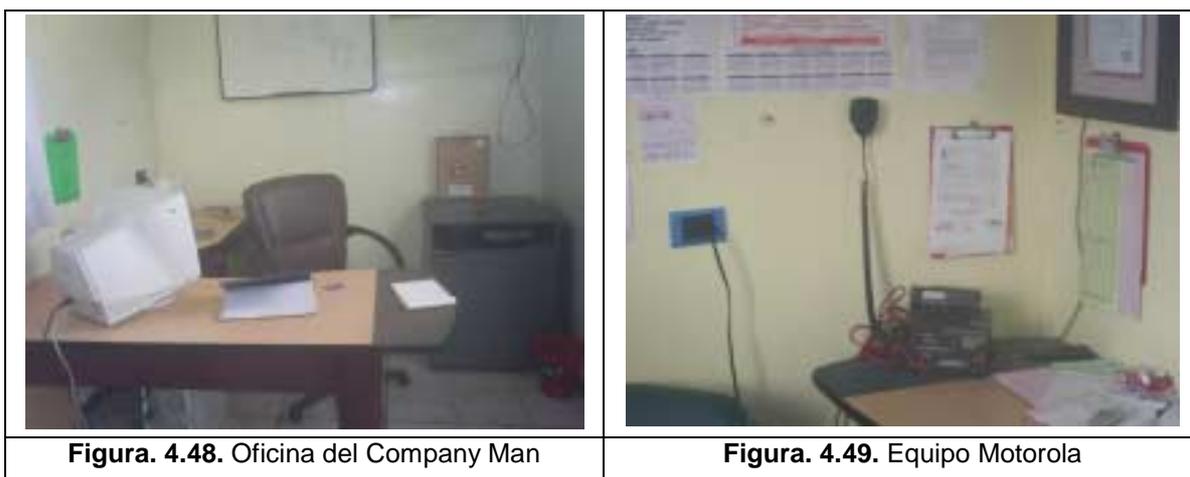
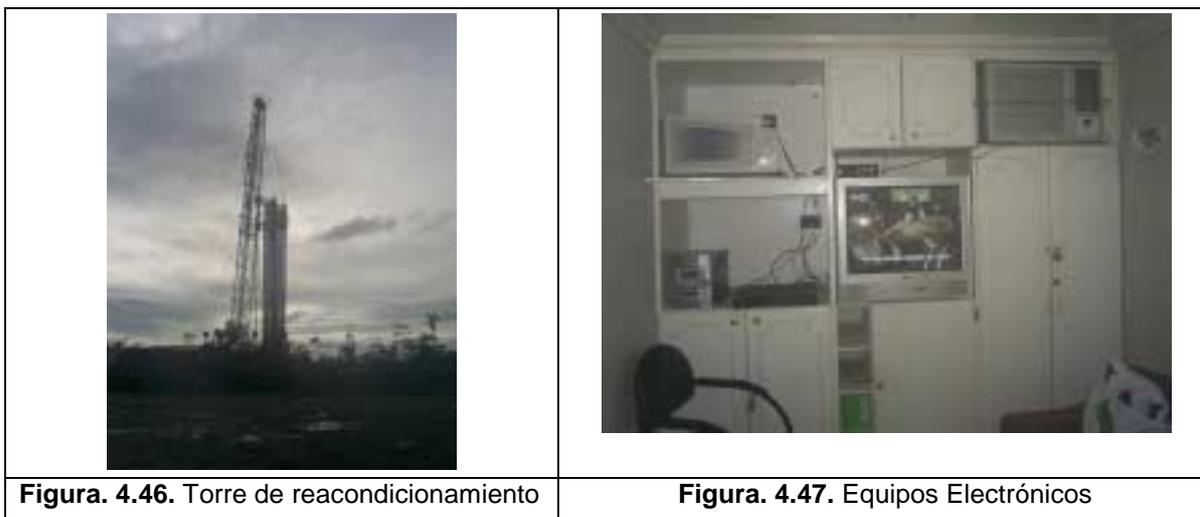
**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: Necesitan transmitir información en tiempo real y un sistema telefónico en las áreas donde no exista cobertura celular

Nº de usuarios de los servicios: 11 de mañana y 11 de noche

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: promedio de 21 días

## 2.13. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (TRIBOILGAS - 05)



Nombre del taladro: TRIBOILGAS - 05

Tipo de taladro: reacondicionamiento. (comprobación y pruebas)

Ubicación del taladro: Pozo 177D Sacha

Altura del taladro: 102 ft

Altura sobre el nivel del mar: 910 ft

Latitud: 00° 11' 48.8" S Longitud: 76° 50' 36.172" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 10000 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido húmedo

Humedad relativa: 91% Temperatura: 35.2 °C

Niveles de lluvia: 99 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] **AC** 12 [V] **DC**

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Poseen teléfonos celulares "Porta" y radios Motorola. Se tiene una computadora para hacer los reportes y servicio de televisión satelital por (Direct TV).

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )  
 Comentarios: se requiere enviar reportes por fax e Internet a PETROPRODUCCIÓN y a la empresa contratista. Además un mejor servicio de comunicación de voz, datos y video.

Nº de usuarios de los servicios: 15 de mañana y 15 de noche

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 5 días mínimo y 2 meses máximo

## 2.14. TALADRO DE REACONDICIONAMIENTO (TRIBOILGAS - 06)



**Figura. 4.50.** Torre de reacondicionamiento



**Figura. 4.51.** Camper



**Figura. 4.48.** Oficina del Company Man



**Figura. 4.49.** Equipo Motorola

Nombre del taladro: TRIBOILGAS - 06

Tipo de taladro: reacondicionamiento

Ubicación del taladro: Pozo 13 Auca

Altura del taladro: 117 ft

Altura sobre el nivel del mar: 842.59 ft

Latitud: 00° 42' 57.94" S Longitud: 76° 53' 8.52" W

Área aproximada de plataforma del pozo: 9000 m<sup>2</sup>

Tipo de vegetación: exuberante Tipo de clima: calido - húmedo

Humedad relativa: 91% Temperatura: 33.6 °C

Niveles de lluvia: 99 mm

Sistema de energía eléctrica disponible: 220 – 110 [V] AC 12 [V] DC

Infraestructura de telecomunicaciones disponible: Existe comunicación de voz con radio Motorola y radio (ICOM). El personal tiene teléfonos celulares "Porta" proporcionados por la empresa contratista. También tienen servicio de televisión satelital con "Direct TV". El Company Man utiliza una computadora para los reportes y que los envía desde la estación más cercana. Graba la información en memoria flash y la transmite por medio de correo electrónico. Esto se realiza diariamente.

**Servicios comunicaciones:** voz(X) texto(X) imágenes(X) video (X) Internet(X) TV ( )

Comentarios: Necesitan transmitir información en tiempo real por medio de Internet e Intranet.

Nº de usuarios de los servicios: 13 personas en turnos de 12 horas

Tiempo de permanencia de usuarios en el pozo: 8 días mínimo y 3 meses máximo

## **ANEXO 3**

### **SIMULACIONES DEL TRÁFICO DE DATOS**

# APLICACIONES DE INTERNET

## 1. WEB (WWW)

The image displays two windows from the Wireshark network analysis tool. The top window, titled 'Ethereal: Summary', provides a detailed overview of the captured data. The bottom window, titled 'Ethereal IO Graphs: (Untitled)', shows a line graph of network traffic over time, with a control panel for filter settings and graph parameters.

**Ethereal: Summary**

File

- Name: C:\DOCUME~1\User\CONFIG~1\Temp\ether\03892
- Length: 2025789
- Format: libpcap (tcpdump, Ethereal, etc.)
- Snapshot length: 65535

Data

- Elapsed time: 299,791 seconds
- Between first and last packet: 299,791 seconds
- Packet count: 7716
- Filtered packet count: 0
- Marked packet count: 0
- Avg. packets/sec: 25,738
- Avg. packet size: 246,541 bytes
- Dropped packets: 0
- Bytes of traffic: 1902309
- Avg. bytes/sec: 6345,450
- Avg. Mbit/sec: 0,051

Data in filtered packets

- Display filter: none

Capture

- Interface: \Device\NPF\_{BB5721F3-F534-4CAF-B44E-8F956DFC7119}
- Capture filter: none

Close

**Ethereal IO Graphs: (Untitled)**

The graph shows network traffic over time. The Y-axis represents traffic volume, with a scale of 100000. The X-axis represents time, with major ticks at 100, 150, 200, and 250. The graph displays a series of peaks and troughs, indicating varying levels of network activity.

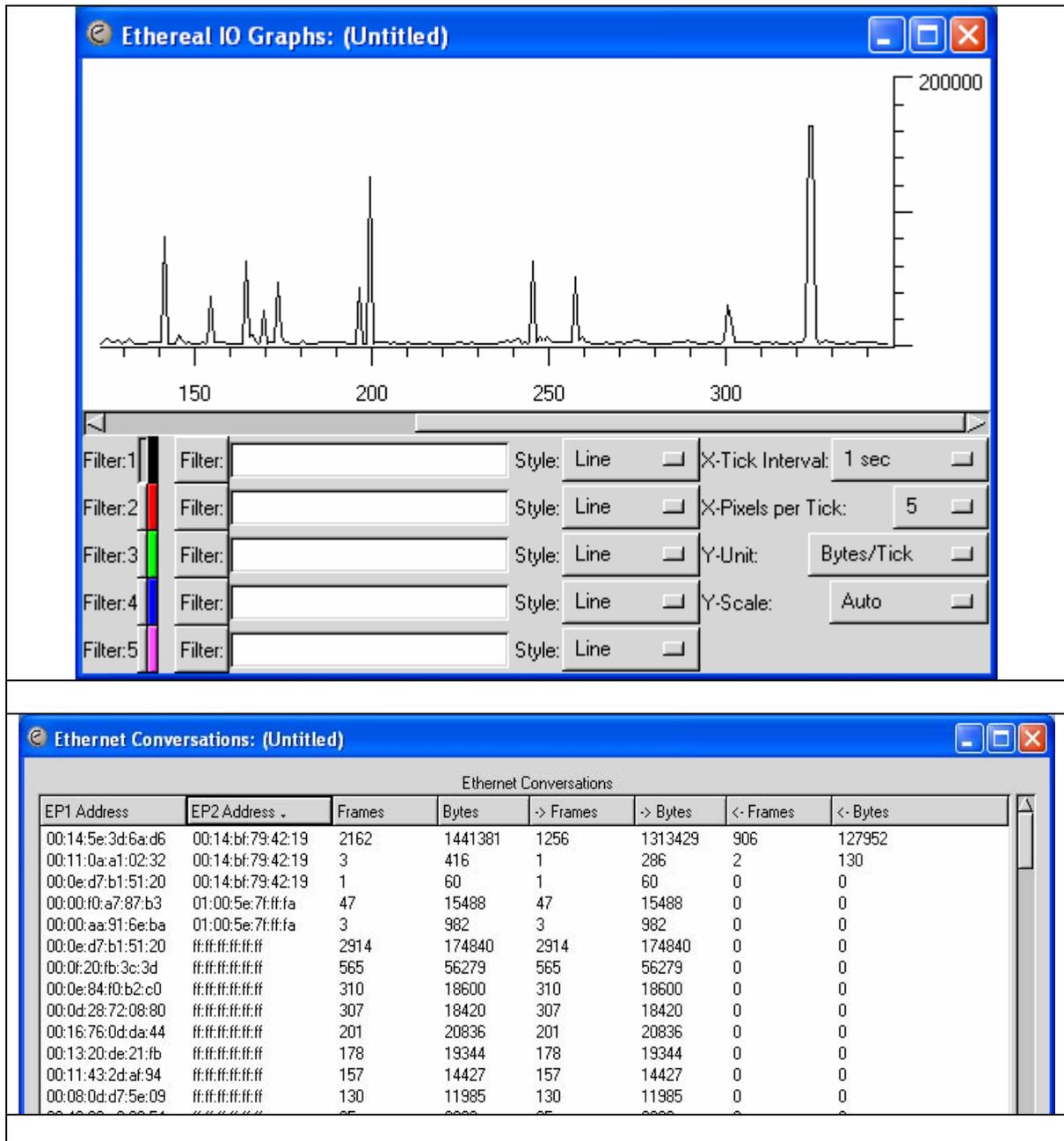
Filter settings:

Filter	Filter	Style	Y-Unit
Filter:1		Line	Bytes/Tick
Filter:2		Line	Bytes/Tick
Filter:3		Line	Bytes/Tick
Filter:4		Line	Bytes/Tick
Filter:5		Line	Bytes/Tick

Graph parameters:

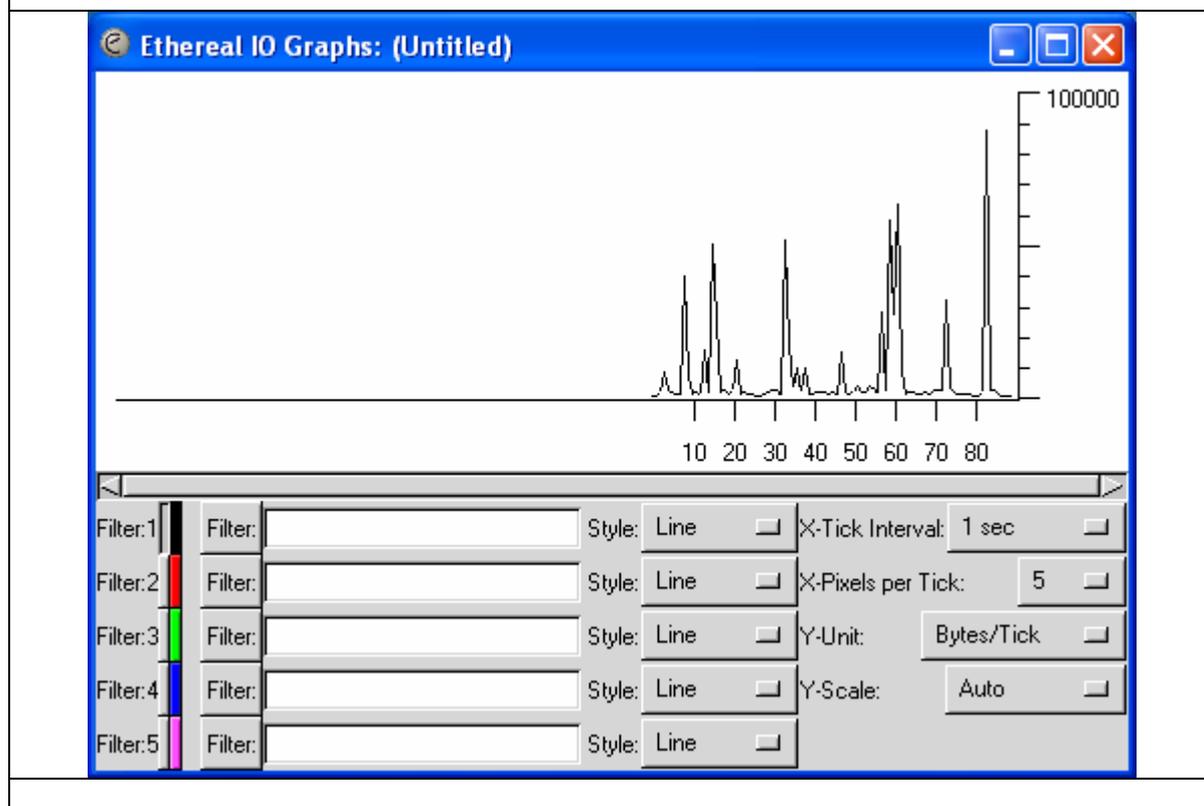
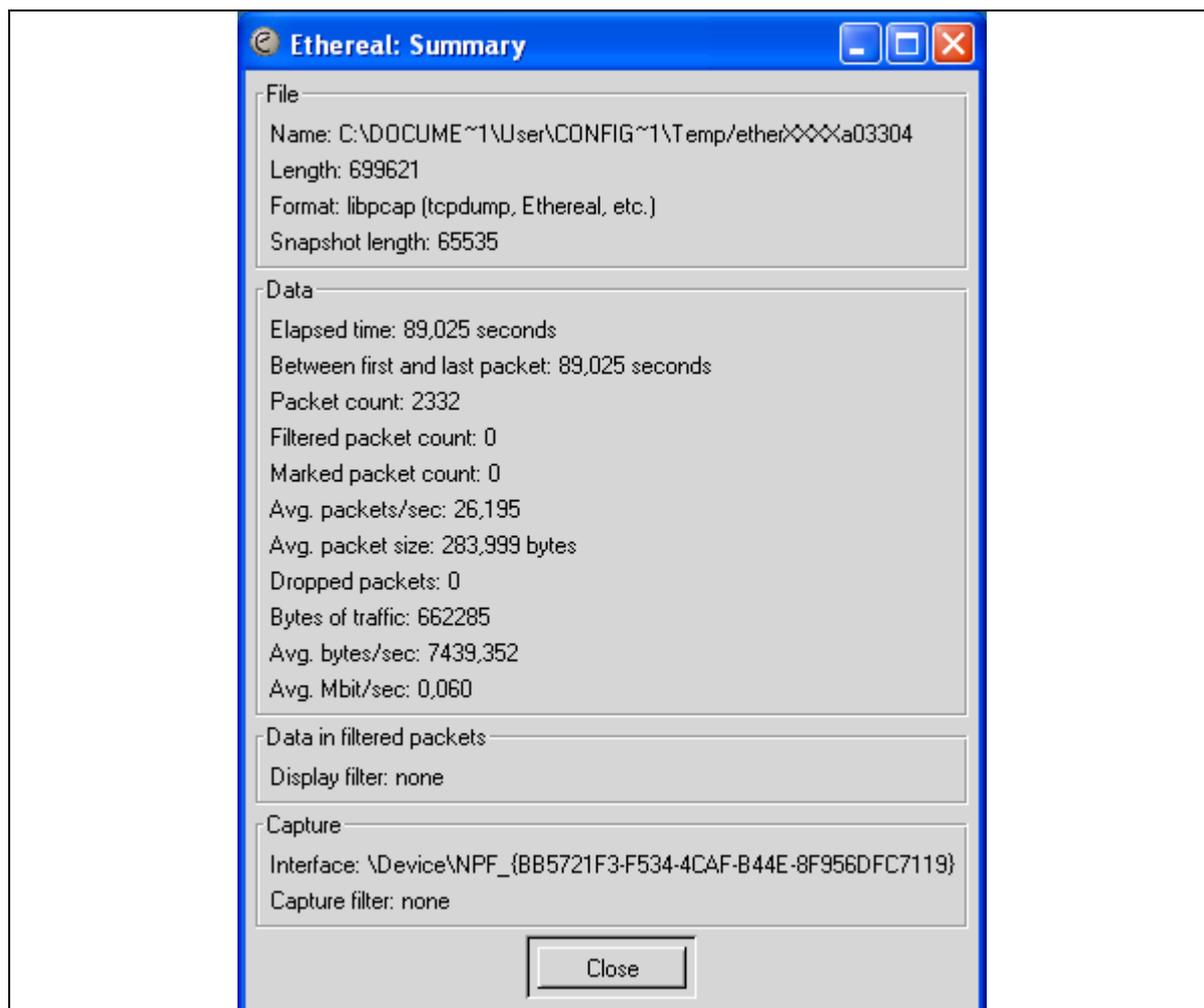
- X-Tick Interval: 1 sec
- X-Pixels per Tick: 5
- Y-Unit: Bytes/Tick
- Y-Scale: Auto





## APLICACIONES DE INTRANET

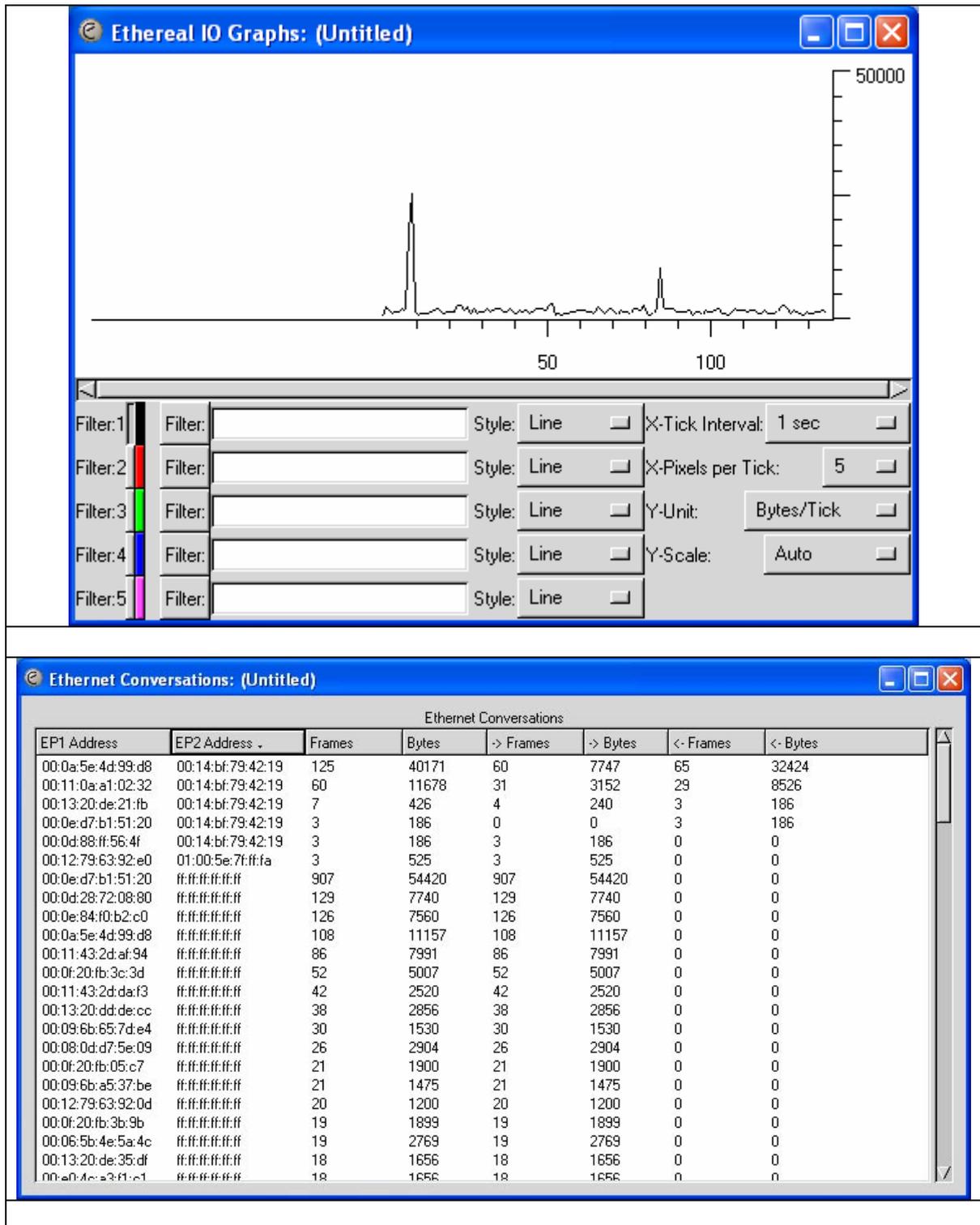
### 1. WEB (WWW)



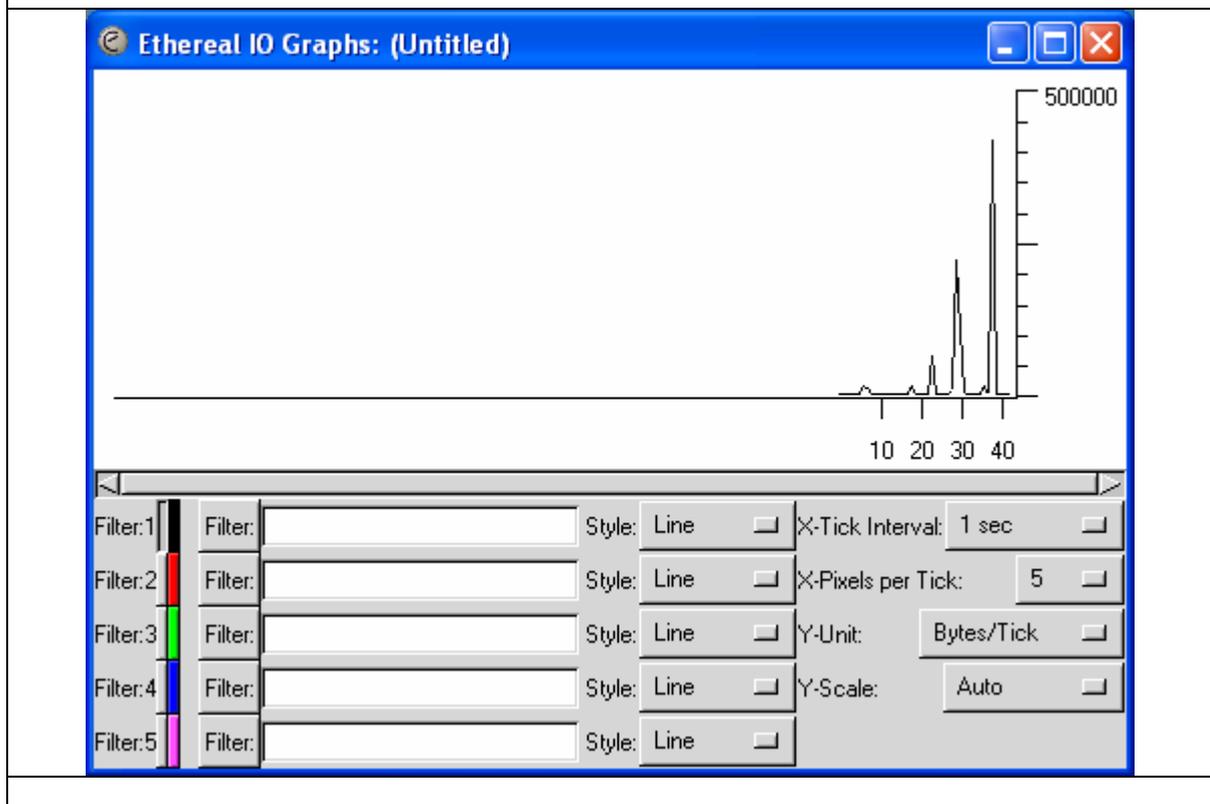
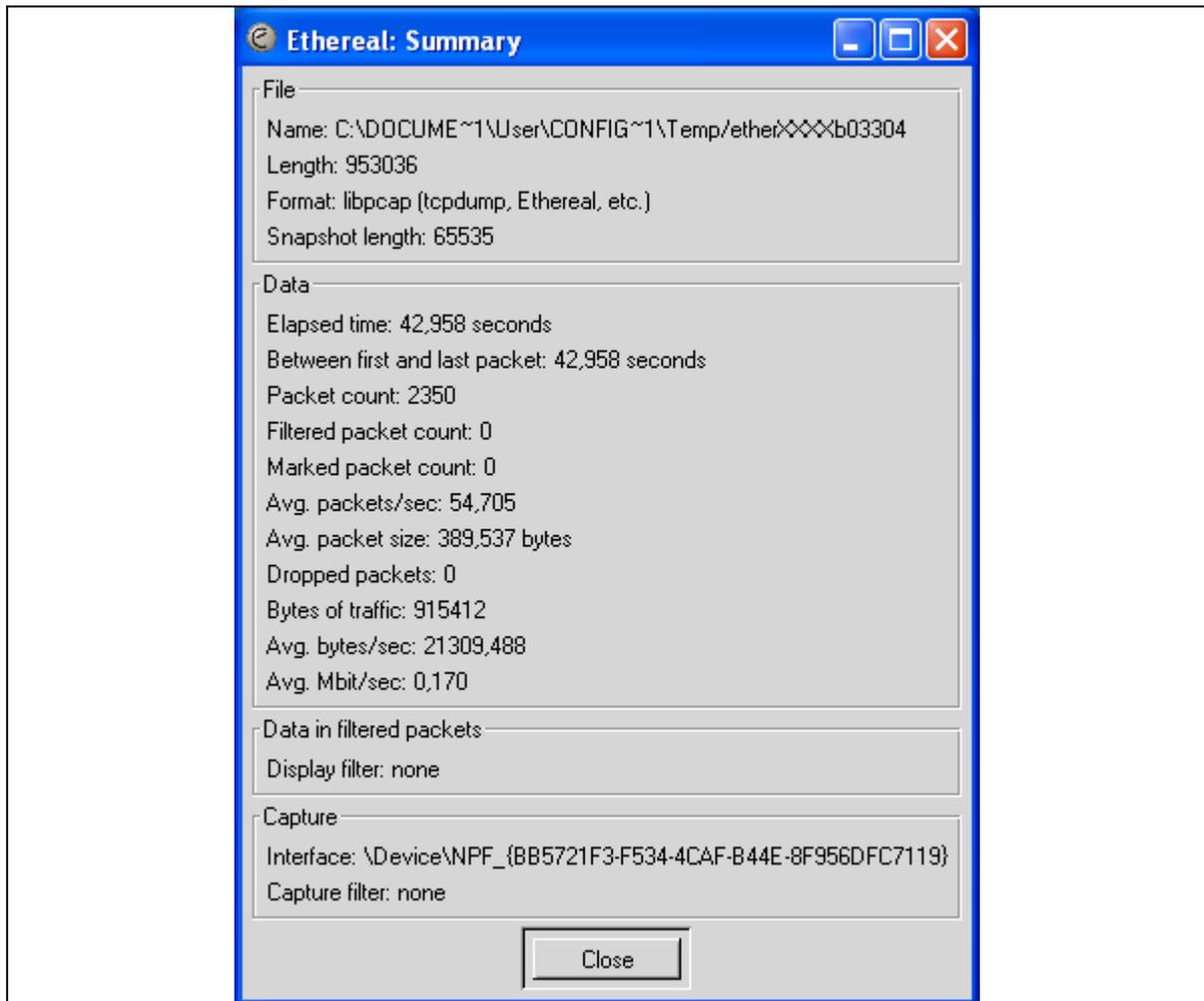
Ethernet Conversations							
EP1 Address	EP2 Address	Frames	Bytes	-> Frames	-> Bytes	<- Frames	<- Bytes
00:09:6b:a5:3c:a9	00:14:bf:79:42:19	122	19270	60	9749	62	9521
00:09:6b:a5:39:ef	00:14:bf:79:42:19	801	530581	444	475308	357	55273
00:11:0a:a1:02:32	00:14:bf:79:42:19	4	476	2	346	2	130
00:16:b6:57:21:17	01:00:5e:7f:ff:fa	1	60	1	60	0	0
00:00:f0:a7:87:b3	01:00:5e:7f:ff:fa	8	2632	8	2632	0	0
00:01:02:89:3c:d7	ff:ff:ff:ff:ff:ff	2	120	2	120	0	0
00:0d:28:72:08:80	ff:ff:ff:ff:ff:ff	83	4980	83	4980	0	0
00:0e:d7:b1:51:20	ff:ff:ff:ff:ff:ff	564	33840	564	33840	0	0
00:06:5b:4e:5a:3b	ff:ff:ff:ff:ff:ff	7	644	7	644	0	0
00:13:20:dd:de:cc	ff:ff:ff:ff:ff:ff	9	828	9	828	0	0
00:0f:20:fb:3c:3d	ff:ff:ff:ff:ff:ff	80	7360	80	7360	0	0
00:11:43:2d:af:94	ff:ff:ff:ff:ff:ff	54	4936	54	4936	0	0
00:0f:20:fb:05:c7	ff:ff:ff:ff:ff:ff	10	1071	10	1071	0	0
00:13:20:de:10:53	ff:ff:ff:ff:ff:ff	8	736	8	736	0	0
00:0e:84:f0:b2:c0	ff:ff:ff:ff:ff:ff	79	4740	79	4740	0	0
00:0d:56:fb:84:89	ff:ff:ff:ff:ff:ff	3	212	3	212	0	0
00:09:6b:a5:3c:a9	ff:ff:ff:ff:ff:ff	2	120	2	120	0	0
00:02:55:1d:55:d9	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	60	1	60	0	0
00:50:ba:46:6b:5f	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	255	1	255	0	0
00:02:55:1d:77:b8	ff:ff:ff:ff:ff:ff	2	313	2	313	0	0
00:60:94:23:8b:d0	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	264	1	264	0	0
00:12:79:64:f5:5e	ff:ff:ff:ff:ff:ff	13	1352	13	1352	0	0
00:01:02:89:3c:d7	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	252	1	252	0	0

## 2. CORREO ELECTRÓNICO

Ethereal: Summary	
File	
Name:	C:\DOCUME~1\User\CONFIG~1\Temp\ether\0000b03892
Length:	263194
Format:	libpcap (tcpdump, Ethereal, etc.)
Snapshot length:	65535
Data	
Elapsed time:	136,929 seconds
Between first and last packet:	136,929 seconds
Packet count:	2396
Filtered packet count:	0
Marked packet count:	0
Avg. packets/sec:	17,498
Avg. packet size:	93,837 bytes
Dropped packets:	0
Bytes of traffic:	224834
Avg. bytes/sec:	1641,970
Avg. Mbit/sec:	0,013
Data in filtered packets	
Display filter:	none
Capture	
Interface:	\Device\NPF_{BB5721F3-F534-4CAF-B44E-8F956DFC7119}
Capture filter:	none
Close	



### 3. TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS



Ethernet Conversations: (Untitled)

Ethernet Conversations

EP1 Address	EP2 Address	Frames	Bytes	-> Frames	-> Bytes	<- Frames	<- Bytes
00:0a:5e:4d:99:7e	00:14:bf:79:42:19	1666	862994	919	710178	747	152816
00:00:f0:a7:87:b3	01:00:5e:7f:ff:fa	8	2632	8	2632	0	0
00:0e:d7:b1:51:20	ff:ff:ff:ff:ff:ff	316	18960	316	18960	0	0
00:0f:20:fb:3b:fb	ff:ff:ff:ff:ff:ff	4	368	4	368	0	0
00:01:02:ee:af:e1	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	60	1	60	0	0
00:0e:84:f0:b2:c0	ff:ff:ff:ff:ff:ff	43	2580	43	2580	0	0
00:0d:28:72:08:80	ff:ff:ff:ff:ff:ff	42	2520	42	2520	0	0
00:0f:20:fb:3c:3d	ff:ff:ff:ff:ff:ff	18	1624	18	1624	0	0
00:0f:20:fb:3c:22	ff:ff:ff:ff:ff:ff	2	184	2	184	0	0
00:14:22:40:0f:b8	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	243	1	243	0	0
00:06:5b:4e:5a:3b	ff:ff:ff:ff:ff:ff	52	4784	52	4784	0	0
00:13:20:de:0f:62	ff:ff:ff:ff:ff:ff	4	368	4	368	0	0
00:0d:56:fb:84:89	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	60	1	60	0	0
00:11:0a:a1:02:32	ff:ff:ff:ff:ff:ff	4	240	4	240	0	0
00:0f:20:fb:3b:ca	ff:ff:ff:ff:ff:ff	11	1012	11	1012	0	0
08:00:37:2b:df:72	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	177	1	177	0	0
00:04:00:07:cf:82	ff:ff:ff:ff:ff:ff	4	451	4	451	0	0
00:02:55:1d:7c:45	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	255	1	255	0	0
00:14:bf:79:42:19	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	42	1	42	0	0
00:0f:20:fb:3b:e7	ff:ff:ff:ff:ff:ff	10	888	10	888	0	0
00:0d:60:6e:32:4b	ff:ff:ff:ff:ff:ff	2	313	2	313	0	0
00:0f:20:fb:05:c7	ff:ff:ff:ff:ff:ff	6	552	6	552	0	0
00:10:9c:a8:20:54	ff:ff:ff:ff:ff:ff	1	60	1	60	0	0

## **ANEXO 4**

### **CALCULOS DEL ENLACE SATELITAL<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Libro del Ing. Carlos Usbeck

## 1. Ubicación de la Estación Terrena

Las coordenadas terrestres están dadas por la latitud y longitud. Para un análisis general, las coordenadas requeridas son dadas por un mapa, pero para los propósitos de ubicación de la antena de una estación terrena, estas coordenadas deben ser determinadas por estudios precisos de agrimensura.

## 2. Ángulos de la Estación Terrena

**Ángulo de elevación  $\theta$ .**- es el ángulo sobre la superficie de la tierra en el que la antena de una estación terrena debe ser apuntada para “mirar” el satélite en una ubicación orbital particular.

**Ángulo de azimuth  $\delta$ .**- es el ángulo con respecto al norte que una antena de estación terrena debe apuntar para “ver” el satélite.

**Ángulo Geocéntrico  $\phi$ .**- formado por dos satélites en la GSO<sup>2</sup> medidos desde el centro de la tierra.

**Ángulo Topocéntrico  $\phi_t$ .**- es el ángulo entre dos satélites, mirado desde una estación terrena.

**Ángulo Exocéntrico  $\psi$ .**- entre dos puntos de la superficie de la tierra, mirado desde un punto en la GSO.

**Ángulo  $\alpha$ .**- es un caso particular de  $\delta$ , donde uno de los puntos es el punto subsatelital.

**Ángulo  $\beta$ .**- entre el radio de la tierra al punto subsatelital y el radio al segundo punto en la superficie de la tierra.

---

<sup>2</sup> GSO Orbits Geoestacionaria

**Ángulo  $\Delta\phi$ .**- es la diferencia entre la longitud de la estación terrena y la longitud del punto subsatelital.

### 3. Longitud de ruta (rango) $l$

Esta longitud es la distancia en línea de vista desde la Estación Terrena a un satélite, y es el elemento básico de la pérdida de ruta de transmisión. El rango de valores para ángulos de elevación y distancias al satélite oscila entre 35.786 y 41.869 Km.

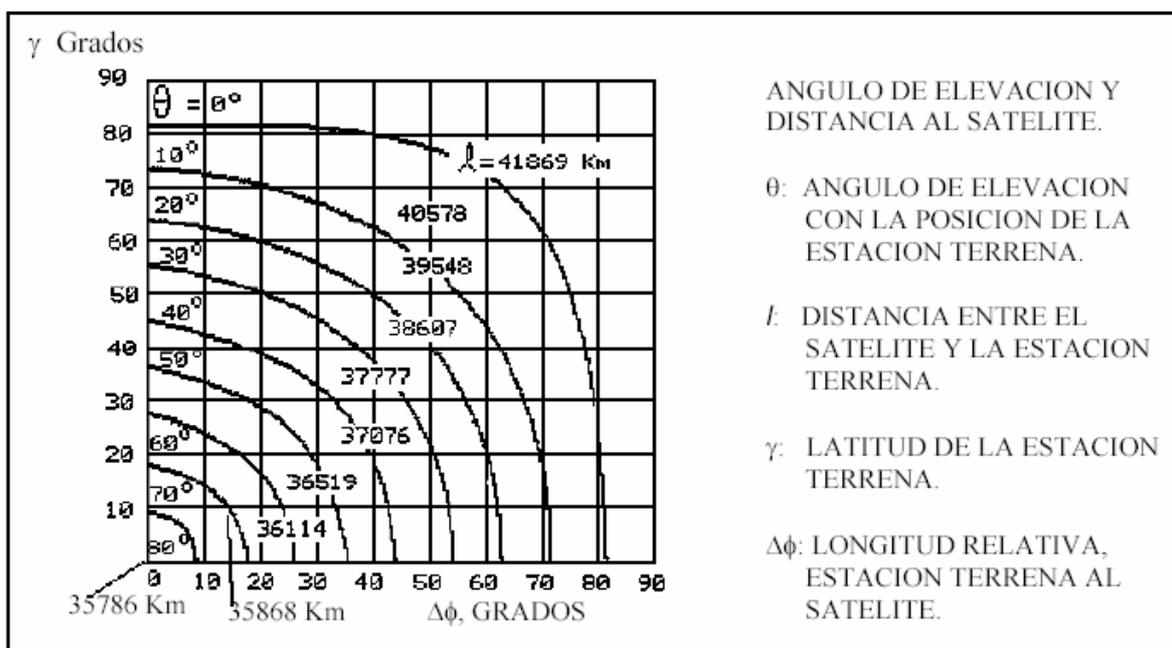


Figura. 1. Ángulo de Elevación y Distancia al Satélite<sup>3</sup>

### 4. Cálculo de Parámetros Geométricos

Las relaciones matemáticas de varios de estos parámetros se muestran a continuación:

**Longitud de ruta:**

$$l = [R^2 + (R+H)^2 - 2R(R+H)\cos\beta]^{1/2} \quad R = 6.378 \text{ Km}; H = 35.786 \text{ Km.}$$

**Ángulo de elevación:**

<sup>3</sup> Libro del Ing. Carlos Usbeck

$$\cos\theta = (1/l).(R+H)\text{sen}\beta$$

**Ángulo topocéntrico:**

$$\cos\phi_t = (1/2)l_1 l_2 [l_1^2 + l_2^2 - (84.328 \text{sen}\phi/2)^2]$$

**Azimuth  $\delta$ :**

$$\tan\delta = \tan \Delta\phi / \text{sen}\gamma$$

;En el hemisferio norte hay que sumar 180 grados.

**Ángulo exocéntrico  $\psi$ :**

$$\cos\psi = (1/2)[l_1 l_2](l_1^2 + l_2^2 - 4R^2 \text{sen}^2 \Gamma/2)$$

donde:

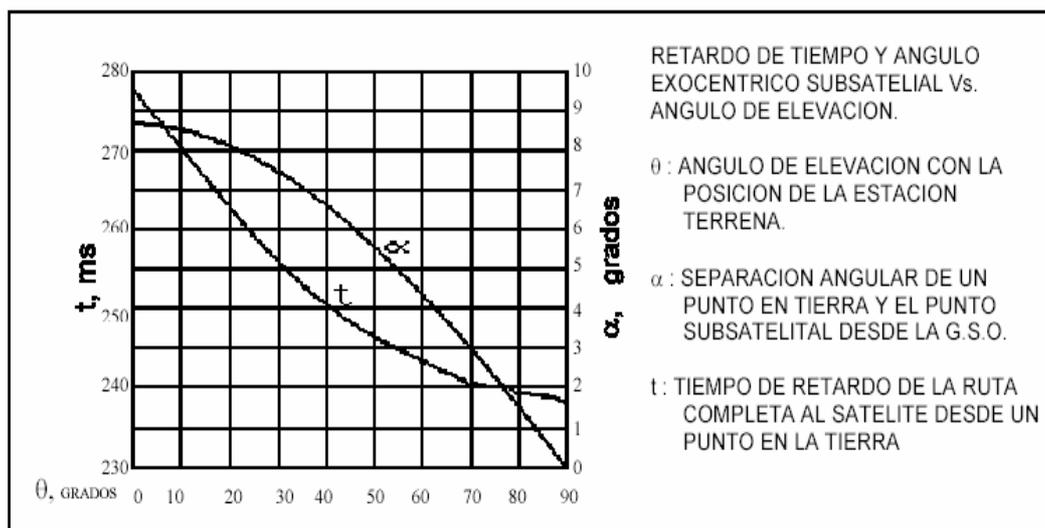
$$\cos\Gamma = \text{sen } \gamma_1 \text{ sen } \gamma_2 + \cos \gamma_1 \cos \gamma_2 \cos \Delta\phi$$

( $\Delta\phi$  = diferencia longitud de los 2 pts.)

**Ángulo  $\beta$ :**

$$\cos\beta = \cos\Delta\phi \cdot \cos\gamma$$

En la figura 2 se muestra la relación entre dos parámetros muy importantes, el ángulo de elevación y el retardo en el tiempo.



**Figura. 2. Retardo de Tiempo vs. Ángulo de Elevación**

## 5. Componentes de Ruido

### 5.1. Ruido Térmico

La característica de ruido de un canal de comunicaciones tiene relación con la técnica de modulación empleada. La expresión  $N = kTB$  define el ruido térmico total de un sistema, donde  $B$  es el ancho de banda y  $T$  es la temperatura de ruido (en grados Kelvin), siendo  $k$  la constante de Boltzmann cuyo valor es  $1,38 \times 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$ .

La recepción de ruido de fuentes externas proviene del Ruido Cósmico, la ionosfera, la troposfera, y la tierra, incluyendo el mar, la tierra sólida.

La temperatura del ruido tiene contribuciones de varios fenómenos que son:

- Ruido Cósmico en RF
- Ruido debido a precipitaciones
- Ruido Solar en el Lóbulo Principal y Laterales
- Ruido Terrestre en los Lóbulos Laterales
- Ruido por Objetos Cercanos, como Edificios.
- Ruido en los subsistemas de la antena.

### 5.2. Ruido de intermodulación

Este ruido se genera de los amplificadores de salida de los satélites y por operación no lineal. Con operación de portadora simple, no se introduce ruido considerable; sin embargo, algunas aplicaciones requieren transmisión simultánea de varias portadoras a través del mismo amplificador, dando como resultado la componente de ruido debida a la distorsión.

### 5.3. Ruido de interferencia

Está compuesto de interferencias terrestres y satelitales en la GSO. Dependiendo de la situación, puede no estar presente una componente real de

una a otra fuente de interferencia, pero es muy importante identificar todas las posibilidades que puedan afectar los enlaces ascendentes o descendentes.

#### 5.4. Ruido Total del Enlace

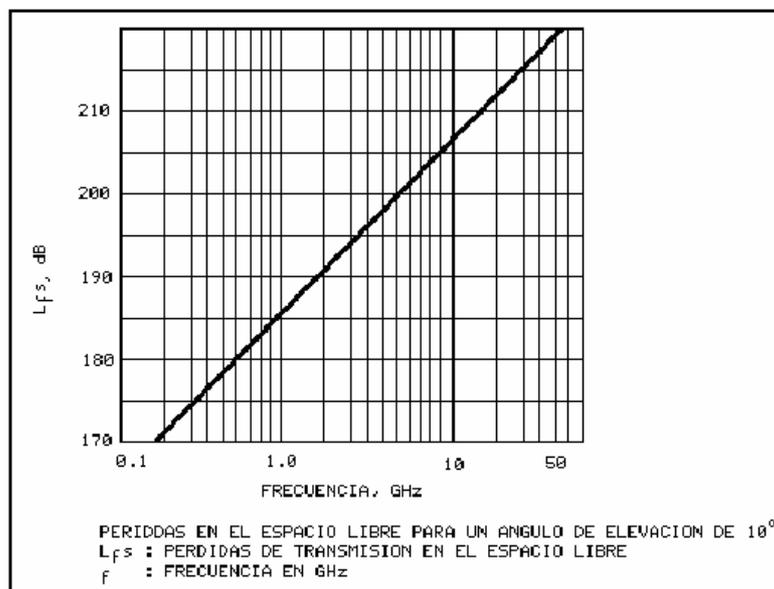
El sistema general de transmisión por satélite consiste del enlace ascendente y descendente. La expresión total del ruido es la combinación de los ruidos del enlace, incluidos los generados por interferencia.

#### 6. Pérdida Básica de Transmisión $L_b$

Consiste de varios componentes:

- Pérdida de transmisión del espacio libre ( $L_{fs}$ ), en cielo despejado
- Pérdidas atmosféricas debidas a gases o a lluvia, durante eventos meteorológicos

Para satélites en la GSO, la pérdida del espacio libre es función del ángulo de elevación  $q$  debido a la variación de la longitud de ruta.  $L_{fs}$  está dada en la Figura 3.



**Figura. 3. Pérdidas en el Espacio Libre**

Para otros valores de  $q$ , la pérdida se calcula con la siguiente fórmula:

$$L_{fs(q)} = L_{fs(10^\circ)} + 20 \log\left[\frac{1}{\cos(q)}\right] \text{ (dB)}$$

La longitud de ruta / es función de la ubicación de la estación terrena.

## 7. Atenuación del Zenit Gases y Vapor

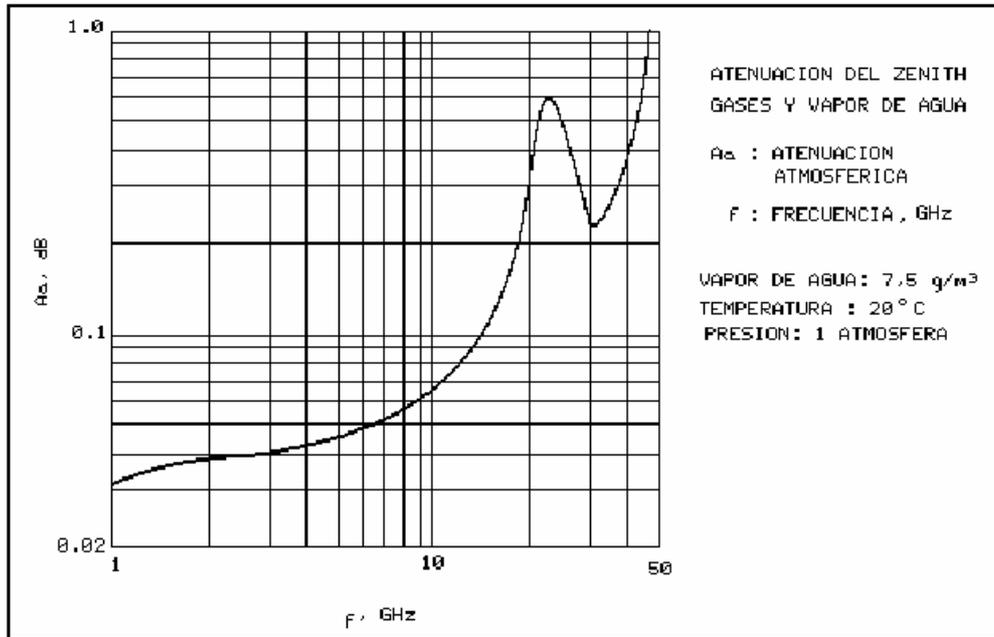


Figura. 4. Atenuación del Zenit Gases y Vapor

La pérdida de transmisión básica, entonces, estará determinada por:

$$L_b = L_{fs} + A \text{ (dB)}$$

;siendo  $A$  el factor de absorción atmosférica.  $A$  está dado según el caso de interés:  $A_a$  para cielo despejado y  $A_r$  para lluvia;  $A_a$  y  $A_r$  debe determinarse de acuerdo con la temperatura, vapor de agua, la frecuencia y el ángulo de elevación.

## 8. Potencia Efectiva Isotrópica Radiada PIRE

El PIRE se define como una potencia de transmisión equivalente y se expresa matemáticamente como:

$$\text{PIRE} = G_{TX} * P$$

$$\text{PIRE} = G_{TX} \text{ [dBi]} + 10 \log P_t$$

$G$  : es la ganancia de la antena transmisora

$P_t$  : es la Potencia neta de entrada a la antena, es decir luego de las pérdidas en las líneas de transmisión, pérdidas de respaldo en el HPA.

$$PIRE = G_{TX} [dB_i] + 10 \log P_t - L_{bo} - L_f$$

$L_{bo}$ : Pérdidas Respaldo

$L_f$  : Pérdidas del Alimentador

### 9. Potencia de Transmisión y Energía de Bit

Los amplificadores de alta potencia usados en los transmisores de la estación terrena y los tubos de onda progresiva usados de manera normal en el transponder del satélite, son dispositivos no lineales, su ganancia depende del nivel de la señal de entrada.

Una curva característica típica de potencia de entrada/salida se muestra en la figura 5.

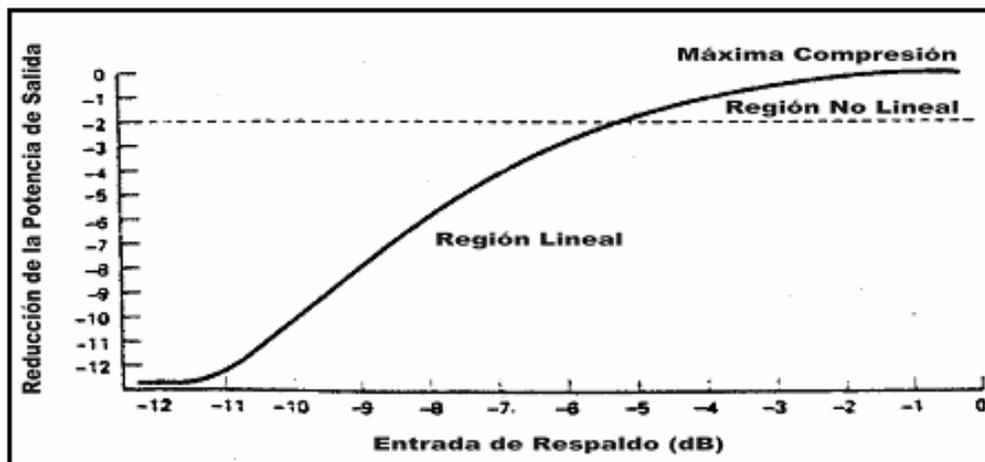


Figura. 5. Curva Característica de la Potencia Entrada/Salida

Para reducir la cantidad de distorsión de intermodulación causada por la amplificación no lineal del HPA<sup>4</sup>, la potencia de entrada debe reducirse por varios dB. Esto permite que el HPA funcione en una región más lineal.

Un parámetro muy importante es la Energía de Bit ( $E_b$ ) representada matemáticamente como:

$$E_b = \frac{Pt}{f_b}$$

donde:

Pt= potencia total de la portadora (Watt)

Tb=Tiempo de un bit (segundos)=  $1/f_b$

## 10. Temperatura de Ruido Equivalente a la Entrada del Receptor

$$T_{eq} = \left[ \frac{T_a}{L_R} + T_{LNA} + T_F * \left( 1 - \frac{1}{L_R} \right) \right]$$

donde:

$L_R$  : Pérdidas  $\cdot$   $feed_{RX}$

$T_F$  : Temperatura Ambiente

$T_a$  : Temperatura Ruido Antena

$T_{LNA}$  : Temperatura LNA

## 11. Figura de Mérito o Factor de Calidad

El parámetro fundamental a determinarse constituye la figura de mérito del receptor  $G/T_{eq}$  usada para representar la calidad de un satélite en un receptor de una estación terrena.

<sup>4</sup> HPA: Amplificador de Alta Potencia

La  $G/T_{eq}$  de un receptor es la relación de la ganancia de la antena de recepción a la temperatura del ruido equivalente  $T_{eq}$  del receptor.

Matemáticamente la Figura de Mérito es:

$$G/T_{eq} = G_{RX} - 10 \log \left[ \frac{T_A}{L_R} + T_{LNA} + T_F * \left( 1 - \frac{1}{L_R} \right) \right]$$

donde:

$$L_R = \text{Pérdidas} \cdot \text{feed}_{RX} \text{ (dB)}$$

$$T_F = \text{Temperatura Ambiente}$$

$$T_A = \text{Temperatura Ruido Antena (°K)}$$

$$T_{LNA} = \text{Temperatura LNA (°K)}$$

## 12. Densidad del Ruido

La densidad del ruido ( $N_o$ ) es la potencia de ruido total normalizada a un ancho de banda de 1Hz, o la potencia de ruido presente en un ancho de banda de 1Hz. Matemáticamente, la densidad del ruido es:

$$N_o = \frac{N}{B} = KT_{eq}$$

donde:

$N_o$	Densidad de ruido (W/Hz)
$N$	Potencia del ruido total (W)
$B$	Ancho de banda (Hz)
$K$	Constante de Boltzmann $1.38 \cdot 10^{-23}$ (Joules por grados Kelvin)
$T_{eq}$	Temperatura del ruido equivalente (grados Kelvin)

## 13. Relación de densidad de portadora a ruido

$C/N_o$  es el promedio de la relación de densidad de potencia a ruido de la portadora de banda ancha. La potencia de la portadora de banda ancha es la

potencia combinada del conducto y sus bandas laterales asociadas. El ruido es el ruido térmico presente en un ancho de banda de 1Hz normalizado.

La relación de la densidad de portadora a ruido, también se puede escribir como una función de la temperatura de ruido. Matemáticamente es:

$$\frac{C}{N_o} = \frac{C}{KT_e}$$

En forma logarítmica,

$$\frac{C}{N_o} (dB.Hz) = C(dBw) - N_o(dBw)$$

#### 14. Relación de la densidad de Energía de Bit a Ruido

La relación  $\frac{E_b}{N_o}$  es una manera conveniente de comparar los sistemas digitales que utilizan diferentes tasas de transmisión, esquemas de modulación o técnicas de codificación. Matemáticamente  $\frac{E_b}{N_o}$  es:

$$\frac{Eb}{No} = \frac{CB}{N_o fb}$$

$$\frac{Eb}{No} (dB) = \frac{C}{N_o} (dB) + \frac{B}{fb} (dB)$$

## **ANEXO 5**

### **CALCULADORA SATELITAL LINK BUDGET**


**Satellite link budget calculator**

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

## Satellite Link Budget Calculator

Complete all white boxes and then click any calculate button to ob

Uplink frequency GHz	1.64
Uplink antenna diameter m	0.3
Uplink antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.65
Uplink antenna transmit gain dBi	12.36900
Uplink antenna, power at the feed W	3
Uplink EIRP dBW	17.14021
<a href="#">Range</a> (35778 - 41679) km	38500.0
Uplink path loss dB	188.4560
<a href="#">Uplink pfd at satellite dBW/m<sup>2</sup></a>	-145.569
Bandwidth Hz	90000
<a href="#">Satellite uplink G/T dB/K</a>	16.62
Uplink C/N dB	24.36169

**Satellite link budget calculator**

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda >>

Atrás Búsqueda Ir

Dirección <http://www.satsig.net/linkbugt.htm>

Downlink frequency GHz	1.54
Downlink receive antenna diameter m	0.3
Downlink receive antenna aperture efficiency e.g. 0.65	0.65
<a href="#">Downlink system noise temperature (antenna+LNA) K</a>	323
Downlink receive antenna gain dBi	11.82253
Downlink receive antenna G/T dB/K	-13.2694
<a href="#">Downlink satellite EIRP dBW</a>	55
Downlink path loss dB	187.9096
Downlink C/N dB	32.87845

Click to calculate results

Internet

**Satellite link budget calculator**

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas >>

<a href="#">Uplink C/interference dB</a>	28.0
Uplink C/N dB	24.36169
<a href="#">Satellite C/intermod dB</a>	21.0
Downlink C/N dB	32.87845
<a href="#">Downlink C/interference dB</a>	28.0
Total link C/N dB	18.15552

Click to calculate results

Click to zero everything except defaults

Internet

## **ANEXO 6**

### **RETARDOS DE VoIP**

## FUENTES DE RETARDO

**Retardo Algorítmico:** este es el retardo introducido por el CODEC y es inherente en el algoritmo de codificación. La siguiente tabla resume los retardos algorítmicos de códigos comunes.

Coding Standards	Algorithmic Delay (ms)
G.711	0.125 <sup>*</sup>
G.726	1
G.728	3-5
G.729	15 <sup>†</sup>
G.723.1	37.5 <sup>‡</sup>

\* The algorithmic delay can be 3.75ms if PLC is implemented.  
† Includes lookahead buffer.  
‡ Includes lookahead buffer.

**Tabla 1.** Retardo de Algoritmo

**Retardo de Paquetización:** es el tiempo para llenar un paquete de información (carga útil), de la conversación ya codificada y comprimida. Este retardo es función del tamaño de bloque requerido por el codificador de voz y el número de bloques de una sola trama.

Los retardos de paquetización más comunes se muestran en la Tabla 2

Codificador	Rata	Carga útil (Bytes)	Retardo de paquetización (ms)	Carga útil (Bytes)	Retardo de Paquetización (ms)
PCM, G.711	64 Kbps	160	20	240	30
ADPCM, G.726	32 Kbps	80	20	120	30
CS-ACELP, G.729	8.0 Kbps	20	20	30	30
MP-MLQ, G.723.1	6.3 Kbps	24	24	60	48
MP-ACELP, G.723.1	5.3 Kbps	20	30	60	60

**Tabla 2.** Retardo de Paquetización

**Retardo de Señalización:** es el tiempo requerido para transmitir un paquete IP, es decir esta relacionado directamente con la tasa del reloj de la transmisión. Además, el retardo de Señalización se presenta cuando los paquetes pasan a través de otro dispositivo de almacenamiento y retransmisión tales como un Router o un Switch.

Los retardos de Señalización para diferentes tamaños de tramas, se muestra en la siguiente tabla.

Tamaño de trama (bytes)	Velocidad de línea (Kbps)										
	19.2	56	64	128	256	384	512	768	1024	1544	2048
38	15.83	5.43	4.75	2.38	1.19	0.79	0.59	0.40	0.30	0.20	0.15
48	20.00	6.86	6.00	3.00	1.50	1.00	0.75	0.50	0.38	0.25	0.19
64	26.67	9.14	8.00	4.00	2.00	1.33	1.00	0.67	0.50	0.33	0.25
128	53.33	18.29	16.00	8.00	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00	0.66	0.50
256	106.67	36.57	32.00	16.00	8.00	5.33	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00
512	213.33	73.14	64.00	32.00	16.00	10.67	8.00	5.33	4.00	2.65	2.00
1024	426.67	149.29	128.00	64.00	32.00	21.33	16.00	10.67	8.00	5.31	4.00
1500	625.00	214.29	187.50	93.75	46.88	31.25	23.44	15.63	11.72	7.77	5.86
2048	853.33	292.57	256.00	128.00	64.00	42.67	32.00	21.33	16.00	10.61	8.00

**Tabla 3.** Retardo de Señalización

**Retardo de Propagación:** es el tiempo requerido por la señal óptica o eléctrica para viajar a través a lo largo de un medio de transmisión y es una función de la distancia geográfica. La velocidad de propagación en el cable es aproximadamente de 4 a 6 ms/Km. Para transmisión satelital, el retardo es 110 ms para un satélite con altitud de 14000 km y 260 ms para un satélite con altitud de 36000 km.

## **ANEXO 7**

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TERMINALES SATÉLITES DE INMARSAT**

Designation of terminal	Operational area	Category of service	Max. radiated power [dBW]	Radiated power (relative to 4 kHz) [dBW]	Channel bandwidth [kHz]	Frequency pattern [kHz]	Type of modulation	Remarks (eg standards used)
INMARSAT-A	land, sea	Speech, fax and data transmission	36.0	25.0	50	25 (interleaved)	FM	"Technical requirements for Inmarsat standard-A ship earth stations, edition 3, technical Bulletin 26 A, 27 A"
INMARSAT-A High Speed Data	land, sea	Speech, fax and data transmission	36.0	23.0	80	100	QPSK	"Technical requirements for Inmarsat standard-A ship earth stations, edition 3, technical Bulletin 26 A, 27 A"
INMARSAT-B	land, sea	Speech, fax and data transmission	33.0	27.3	15	20	O-QPSK	EN 301 444 V 1.1.1
INMARSAT-B High Speed Data	land, sea	Data transmission 64kbps	33.0	20.0	80	100	O-QPSK	EN 301 444 V 1.1.1
INMARSAT-C	land, sea, air	Data transmission 600bps	10.5	10.5	0.6	5	BPSK	EN 301 426 V 1.2.1
INMARSAT Mini-C	land, sea	Data transmission 600bps	7.0	7.0	0.6	5	BPSK	EN 301 426 V 1.2.1
INMARSAT-D/D+	----	----	0.0	0.0	----	1	32 FSK Rx/2 FSK Tx	EN 301 426 V 1.2.1
INMARSAT-M	land	Speech, fax and data transmission	25.0	24.0	5	10	O-QPSK	EN 301 444 V 1.1.1
INMARSAT-M	sea	Speech, fax and data transmission	27.0	26.0	5	10	O-QPSK	EN 301 444 V 1.1.1
INMARSAT Mini-M	land	Speech, fax and data transmission	17.0	17.0	3.5	12.5	O-QPSK	EN 301 444 V 1.1.1

Designation of terminal	Operational area	Category of service	Max. radiated power [dBW]	Radiated power (relative to 4 kHz) [dBW]	Channel bandwidth [kHz]	Frequency pattern [kHz]	Type of modulation	Remarks (eg standards used)
INMARSAT Mini-M	land, sea, air	Speech, fax and data transmission	14.0	14.0	3.5	12.5	O-QPSK	EN 301 444 V 1.1.1
INMARSAT GAN	land	Speech, fax and data transmission	14.0	14.0	3.5	5	O-QPSK	EN 301 444 V 1.1.1
INMARSAT GAN High Speed	land	Data transmission 64kbps (incl. MPDS)	25.0	15.0	40	45	16QAM	EN 301 444 V 1.1.1
INMARSAT F77	sea	Speech, fax and data transmission	22.0	22.0	3.5	5	O-QPSK	
INMARSAT F77	sea	Fax transmission 9.6k	29.0	23.3	15	20	O-QPSK	
INMARSAT F77 High Speed	sea	Data transmission 64kbps (incl. MPDS)	32.0	22.0	40	45	16QAM	
INMARSAT F55	sea	Voice	20.0	20.0	3.5	5	O-QPSK	
INMARSAT F55	sea	Faxa transmission	22.0	16.3	15	20	O-QPSK	
INMARSAT F55	sea	----	25.0	15.0	40	45	16QAM	
INMARSAT F33	sea	Speech transmission	20.0	20.0	3.5	7.5	O-QPSK	
INMARSAT F33	Sea	Fax and data transmission	20.0	14.3	15	20	O-QPSK	
INMARSAT F33	sea	Data transmission (MPDS)	21.0	11.0	40	45	16QAM (rx)/ pi/4 (tx)	
INMARSAT Swift 64	air	Speech, fax and data transmission	14.0	14.0	3.5	5	O-QPSK	"Standards and Recommended Practices by ICAO, Minimum Operational Performance standards by RTCA, Aero SDM"

Designation of terminal	Operational area	Category of service	Max. radiated power [dBW]	Radiated power (relative to 4 kHz) [dBW]	Channel bandwidth [kHz]	Frequency pattern [kHz]	Type of modulation	Remarks (eg standards used)
INMARSAT Swift 64 High Speed	air	Data transmission 64kbps (incl. MPDS)	22.5	12.5	40	45	16QAM	"Standards and Recommended Practices by ICAO, Minimum Operational Performance standards by RTCA, Aero SDM"
INMARSAT Aero H	air	Speech and data transmission	19.5	13.3	16.8	17.5	QPSK	"Standards and Recommended Practices by ICAO, Minimum Operational Performance standards by RTCA, Aero SDM"
INMARSAT Aero I	air	Speech and data transmission	18.0	15.8	6.7	7.5	QPSK	"Standards and Recommended Practices by ICAO, Minimum Operational Performance standards by RTCA, Aero SDM"
INMARSAT Aero L	air	Data transmission	9.0	9.0	1.5	2.5	QPSK	"Standards and Recommended Practices by ICAO, Minimum Operational Performance standards by RTCA, Aero SDM"
INMARSAT Regional BGAN	land	Data transmission	12.0	-1.5	90	100	Π/4- QPSK	EN 301 681 V 1.3.2
INMARSAT BGAN	land	Speech and data transmission (72 kbps)	11.0	-3.0	100	100	QPSK	
INMARSAT BGAN	land	Speech and data transmission (144 kbps)	14.5	0.5	100	100	16-QAM	
INMARSAT BGAN	land	Speech and data transmission (432 kbps)	10.8	-6.2	200	200	16-QAM	

## **DATA SHEETS**

**PDF 1**

**MOBILE INTERNET  
VIA SATELLITE**

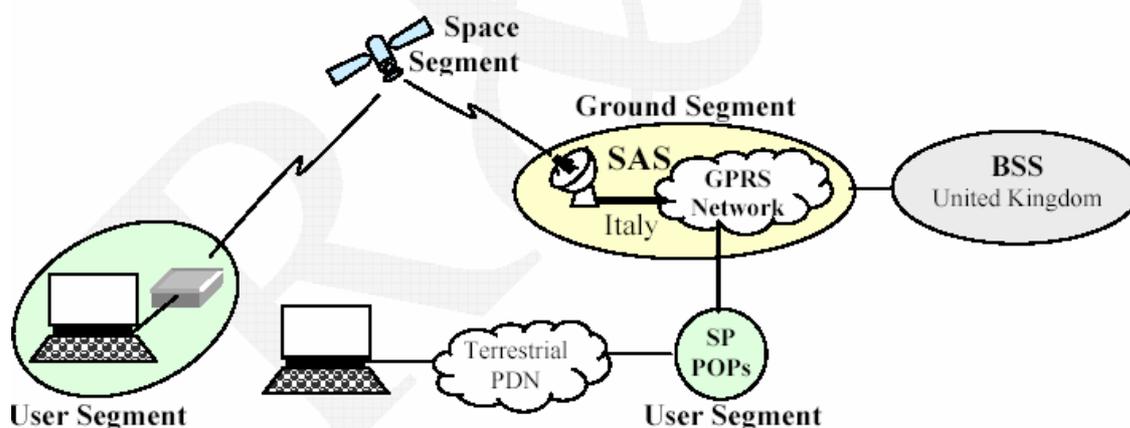
## Executive summary

In response to the request of Egyptian space company "ESC" to get a license to deliver Regional BGAN services in Egypt, we prepared a technical study to present different technology aspects of **R-BGAN** and **BGAN** systems, demonstrating the services delivered by **R-BGAN**, service access techniques, system architecture, coverage, frequency spectrum, billing, numbering and many other system features.

**R-BGAN** stands for regional broadband global area network, this system is implemented by **Inmarsat** to provide **IP connectivity** to satellite subscribers to offer a commercial data-only service. It provides IP connectivity with a **data rate up to 144 Kbps**, **ESC** will be a **Distribution Partner "DP"** for **Inmarsat** to deliver RBGAN services in Egypt.

**R-BGAN** provides the following services: email and messaging, data file transfer, Internet access, intranet access.

In **R-BGAN**, users will be charged for packet data services based upon the **amount of information** sent and received rather than the time for which they are connected. **R-BGAN** coverage includes almost all of Europe, Northern and parts of Central Africa, central Asia, the middle east, and the Indian sub-continent.



To achieve IP connectivity in **R-BGAN**, Inmarsat implements Satellite Access System "**SAS**" in Italy. SAS contains receiving systems and GPRS network owned by Inmarsat to offer the connectivity to ISPs for internet cloud access, this acts as a gateway between satellite users and Internet data network.

**R-BGAN** users can interface with satellite through mobile satellite unit "**MSU**" which consists of laptop or PC and a satellite modem. On the other hand, service provider point of presence "**SP PoP**" interfaces Inmarsat GPRS terrestrial network "SAS" with internet.

Both MSU and SP PoP form the **User Segment**.

For the provision of **R-BGAN**, the satellite resource capacity is leased by Inmarsat from the geostationary(GEO) spacecraft of the **Thuraya regional** system, this forms the **Space Segment**.

For the provision of management functions, Inmarsat implemented business support system "**BSS**" in **UK**, this system provides functions required to support products and services, billing, customer care, revenue collection, fault management, system provisioning, customer management, and interconnect billing system. All billing and management information are collected in the BSS, in UK. BSS forms the business segment in **R-BGAN**.

**R-BGAN** uses **FDMA** and **TDMA**. The frequency spectrum in R-BGAN is divided into sub-bands, each sub-band is mapped to a specific spot beams. Each sub-band is divided into a number of frequency channels, and each channel is divided into timeslots according to a periodic frame pattern, left handed circular polarization, **LHCP**, used in R-BGAN.

Users transmit and receive in **L- band**, while SAS transmits and receives in **C-band**.  
*At the end of the report, we mention some points that can be taken into consideration when issuing this license as a conclusion.*

## 1 Introduction

Inmarsat LC is an independent private company that operates a global satellite system used by independent service providers to offer voice and multimedia communications for customers on the move or in remote locations.

The predecessor of the company was established in 1979 as a multi-national organization under the auspices of the United Nations, to serve the maritime industry by developing and operating a satellite communication system for communications and distress/safety functions for ships at sea.

Inmarsat has since expanded its service offerings to include voice, fax and data services for terrestrial and aeronautical users as well.

Inmarsat is currently developing its next generation mobile satellite communication system, termed Broadband Global Area Network (**B-GAN**). B-GAN technical characteristics of the system will be compliant with the GMPCS MoU. B-GAN is intended to be part of the satellites component of the third generation (3G) IMT-2000/UMTS. Inmarsat will retain management and operational control of the space segment and will own and operate the ground stations.

B-GAN provides high-speed packet and circuit-switched services to land mobile users.

Inmarsat will implement the system in two phases, starting in late 2002 by the first phase, **Regional B-GAN**. Regional B-GAN system consists of a satellite-based

communications platform providing IP connectivity to satellite subscribers to offer a commercial data-only service.

From user perspective, B-GAN offers both symmetric and asymmetric services to and from a range of fixed and portable mobile satellite terminals. The system can also take advantage of Bluetooth technology allowing wireless connectivity between satellite modem terminal and a whole range of standard computing devices such as notebook computers, laptops, personal digital assistants and other mobile devices.

The following table illustrates the main features of the Regional B-GAN and the B-GAN systems:

**Tabla 1. Características técnicas del sistema RBGAN y BGAN**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>REGIONAL BGAN</b>	<b>B-GAN</b>
<b>Orbita</b>	GEO	GEO
<b>Orbita de locación</b>	44° Este 53° Oeste (AOR-W)	65° Este (IOR) 54° Oeste (AOR)
<b>Número de satélites</b>	Capacidad arrendada para los satélites Thuraya	3(2+1 suplente de tierra)
<b>Banda de Frecuencia</b>	L	L
<b>Cobertura geográfica</b>	Regional (Huella del satélite Thuraya y del satélite Inmarsat-4) incluye toda Europa, Norte y parte de Africa Central, Asia Central, Medio Oriente, India y Latino América	Aproximadamente el 70% del área geográfica cual coincide con el 80% de cobertura con Inmarsat-3
<b>Tipo de cobertura</b>	Huella del haz	Global, en ancho y angostos de la huella del haz
<b>Tipo de transpondedores</b>	Banda C – L: envío del enlace (Estación terrena a Estación remota) Banda L – C: retorno del enlace (Estación remota a Estación terrena) Banda C – C: enlace cruzado para tiempo y sincronización	Banda C – L: envío del enlace (Estación terrena a Estación remota) Banda L – C: retorno del enlace (Estación remota a Estación terrena) Banda C – C: enlace cruzado para tiempo y sincronización Banda L – L: enlace cruzado
<b>Enlace de la estación terrena</b>	Enlace de envío: 6475 - 6725 MHz Enlace de retorno: 3400-3625 MHz	Enlace de envío: 6424 - 6575 MHz Enlace de retorno: 3550-3700 MHz

**Tabla 1. Características técnicas del sistema RBGAN y BGAN  
(Continuación)**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>REGIONAL BGAN</b>	<b>B-GAN</b>
<b>Enlace del usuario</b>	Enlace de envío: 1525 -1559 MHz Enlace de retorno: 1626.5 -1660.5 MHz	Enlace de envío: 1525 -1559 MHz Enlace de retorno: 1626.5 -1660.5 MHz
<b>Polarización de banda L</b>	Polarización circular mano izquierda (LHCP)	Polarización circular mano derecha (RHCP)
<b>Número de nodos satelitales</b>	1 (Fucino-Italia)	4 nodos (localizados en distintos lugares)
<b>Ancho de banda total / canal</b>	156.25 KHz Capaz de soportar multiples usuarios y multiples llamadas en el canal	190 KHz Capaz de soportar multiples usuarios y multiples llamadas en el canal
<b>Tasa de transmisión</b>	144 Kbps	492 Kbps
<b>Aplicaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Correo electrónico</li> <li>2. Transferencia de datos</li> <li>3. Acceso a Internet</li> <li>4. Acceso a Intranet</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Correo electrónico</li> <li>2. Transferencia de datos</li> <li>3. Acceso a Internet</li> <li>4. Acceso a Intranet</li> <li>5. Acceso a LAN remoto</li> <li>6. Acceso a base de datos remoto</li> <li>7. Video conferencia</li> <li>8. Telefonía</li> </ol>

## **2 System Description**

The Regional B-GAN system is an integrated communications system that is composed of four segments:

1. Space Segment,
2. Ground Segment,
3. Business Segment and,
4. User Segment.

### **2.1 Space segment**

The **Space Segment** consists of the satellite recourses leased by Inmarsat from the Geostationary (GEO) spacecraft of the Thuraya regional system.

### **2.2 Ground segment**

The **Ground Segment** allows the transport of information between satellite users and the terrestrial networks providing these services. The ground network architecture is an extension of the General Packet Radio Service (GPRS) cellular data communications system. The ground segment consists of a single site where the Satellite Access Station (SAS) resides, in Fucino, Italy.

The B-GAN system comprises the ground segment gateways that provide connectivity to and from the external networks, notably PSTN, ISDN, and IP PDNs and business support infrastructure.

In the BGAN system, 4 SASs will be implemented at different geographical locations. In the new ground segment, each SAS will provide the necessary connectivity to deliver a new generation of services over a variety of external networks to B-GAN users.

In R-BGAN, Inmarsat has implemented its own GPRS network. The GPRS infrastructure (i.e. the GPRS node, etc...) is part of the SAS located in Fucino, Italy.

- In R-BGAN, the SAS consists of three main subsystems:

**The Packet Base Station Subsystem (PBSS):**

The PBSS is responsible for providing and managing the transmission paths (radio interfaces) between the user terminals (UTs) and the SAS network equipments.

**The Network Switching Subsystem (NSS):**

The GPRS cellular data communication system performs the NSS functions. *The GPRS system provides a basic solution for Internet Protocol (IP) communication between user terminals and internet service host.* GPRS is an extension of the GSM architecture. The voice data traffic runs on the GSM backbone, while the packet data traffic runs on the following backbone IP network:

**Serving GPRS Support Node (SGSN):**

The SGSN provides packet routing to and from an SGSN service area. It performs functions such as routing, security, mobility management, authentication, session management and charging functions.

**Gateway GPRS Support Node (GGSN):**

The GGSN provides the interface towards both other networks and the external IP networks. It performs the functions of routing, firewall, border gateway, security, mobility management, session management and charging functions.

The SGSN and GGSN are routers that support mobility of terminals

**Home Location Register (HLR):**

The HLR is responsible for the database functions and the call handling functions. It performs functions such as location updating, Authentication of data request fault, basic administration of subscriber data and administration of roaming area characteristics.

**The Data Communications Network (DCN):**

The DCN provides the IP connectivity to the Regional B-GAN site, in both the Ground and Business segments. The DCN includes also the equipment that supports the access links between the SAS and POPs. The DCN also includes security (firewalls) to protect the Regional B-GAN network from the external networks to which it is connected.

- In BGAN, Inmarsat will have its own UMTS core network infrastructure, just as any other UMTS infrastructure. This includes SGSN and GGSN and nodes, voice media gateways, home location register for subscriber authentication, authorization and location information, etc....

**2.3 Business segment**

The **Business Segment** consists of the Business Support System (BSS), which provides the management functions required to support products and services. These functions are billing, customer care, revenue collection, fault management, system provisioning, customer management, and interconnect billing system. The BSS supports three external interfaces:

- BSS – Service Provider: handles the interface function to the Service Provider.
- SAS – Billing Operations center: interacts directly with two GPRS network components:
  - Billing Gateway (BGw)
  - Service Order Gateway (SOGw).

Via this interface, the BSS receives information about faults and/or shortages of the network from the Network Management System (NMS). This information covers radio components (radio congestion, fault of radio equipment) as well as the network (e.g. DCN congestion, GSN/HLR faults)

- BSS – Operation and support system

**2.4 User segment**

The **User Segment** carries the function to interface satellite and terrestrial users to the Regional B-GAN system. The User Segment consists of the following elements:

**User Terminal or Mobile Satellite Unit (MSU)** that will consist of Lap top or PC and a satellite modem terminal that connects the end user computing equipment to the satellite network. Additionally, the MSU retains the capability to access the GPS constellation in order to determine its position on the earth.

The MSU will enable the user to link the satellite modem with its PC via different wire line and wireless interfaces, such as Universal Serial Bus (USB), Ethernet, and Bluetooth. In order for the user to access the data service, a valid SIM (in case of

regional B-GAN) or USIM (in case of B-GAN) card must be inserted in the user terminal, and a service profile must exist in the network.

For BGAN, the system design supports three different classes of Land Portable User Terminal Equipment. Each UT class is required to support a range of different bearer types to provide the BGAN radio resource management sufficient flexibility to support different numbers of each UT class in any spot beam with good bandwidth and power efficiency. For the purpose of this document the UT is analogous to the UMTS mobile terminal (MT).

The uplink and downlink rates vary according to the type of BGAN terminal; the following data rate ranges are associated to each type of terminal:

<b>Technical Feature</b>	<b>BGAN Briefcase/A3 MSU Portable – Class1</b>	<b>BGAN Notebook/A4 MSU Portable – Class2</b>	<b>BGAN Pocket/A5 MSU Portable – Class3</b>
Transmission Rate	- 432 Kbps receive - 432 Kbps transmit - With dynamically variable bandwidth allocation in each direction	- 432 Kbps receive - 144 Kbps transmit, - With dynamically variable bandwidth allocation in each direction	- 216 Kbps receive - 72 Kbps transmit - With dynamically variable bandwidth allocation in each direction.

The MSU in the B-GAN system will present these extra capabilities:

- To access the wider range of third generation (3G) data, voice and multimedia services.
- To compatible with wider range of computing devices as the PDAs, UMTS products and Voice handsets
- To link the satellite with devices via more standard interfaces as the ISDN.
- *Service Provider Point of Presence (SP POP)* that provides access to the terrestrial packet data (GPRS) network or to Internet Service Provider (ISP)

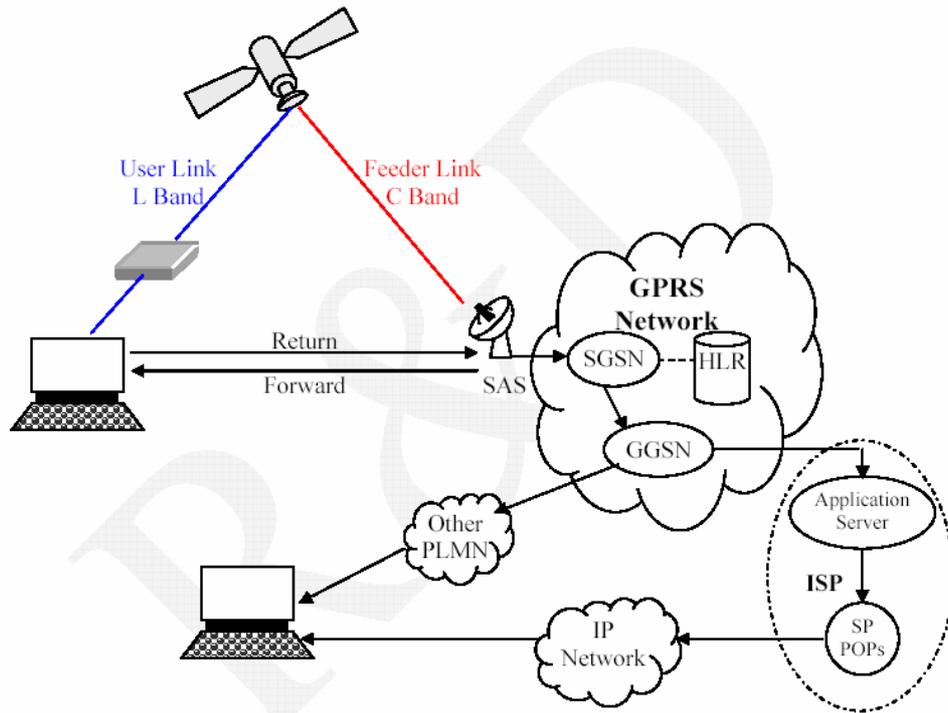


Figure 1: R-BGAN Network

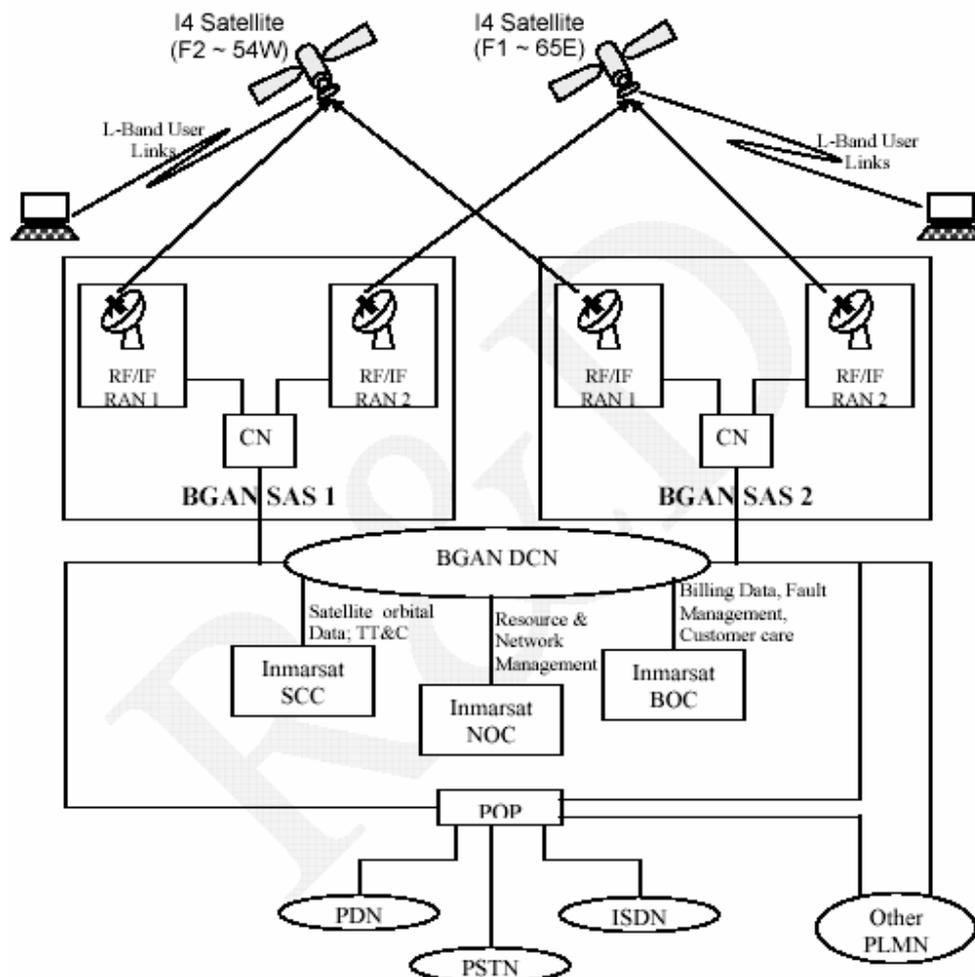


Figure 2: BGAN Ground Network Architecture

### 3 Satellites' Frequency Spectrum

#### 3.1 R-BGAN

The frequency band of the Regional B-GAN is divided into sub-bands. Each communication sub-band is mapped to a specific spot beams. Each sub-band is divided into a number of frequency channels, and each channel is divided into timeslots according to a periodic framing pattern.

For a user to transport his/her IP packets through the satellite, a particular frequency channel (FDMA) and time slot/slots (TDMA) should be assigned to him/her to access the satellite service and transport his/her data.

The number of sub-bands and the frequency of each sub-band depend on a number of factors such as:

- a. Traffic demands in the particular spot beam.
- b. Frequency reuse considerations.
- c. The effective spectrum available as a result of coordination with other systems, and the terms of leasing agreement between Thuraya and Inmarsat.

### **3.2 BGAN:**

The B-GAN satellite will use FDM/TDM radio access and signaling bearer technology using efficient higher order modulation and advanced coding schemes that can support the packet and circuit-switched services. Therefore, interoperability with existing 2G, 2G, 3G networks as well as established PSTN and ISDN fixed terrestrial networks will be achieved.

The frequency spectrum of the satellite is reused at different apart spot beams to use lesser total bandwidth with minimum interference that give an accepted quality of service.

The B-GAN system will achieve 20 times frequency reuse at the L-Band. Communications resources are assigned to the spot beams using transponders sub-bands, with an effective bandwidth of 155.25 kHz in the Regional B-GAN system and 190 kHz in the B-GAN system.

The I4 satellites integrate a more flexible satellite resource allocation system designed to support the wider range of BGAN services. The I4 satellite supports 630 channels that will be allocated between Inmarsat existing, Regional BGAN and BGAN services according to continuously evolving traffic demand.

## **PDF 2**

### **CONFIGURACIÓN DE LA VPN EN EL TERMINAL RBGAN**

## Introduction

This document describes the configuration instructions for VPN's that have been tested successfully with the Regional BGAN system. Included in this document are specific instructions for each VPN, information about the VPN Firewall and Client versions that have been tested, and general information to enable successful VPN connections.

## Virtual Private Networks (VPN)

A VPN is a virtual private network constructed within a public network infrastructure, such as the global Internet.

Typical uses of a VPN could be:

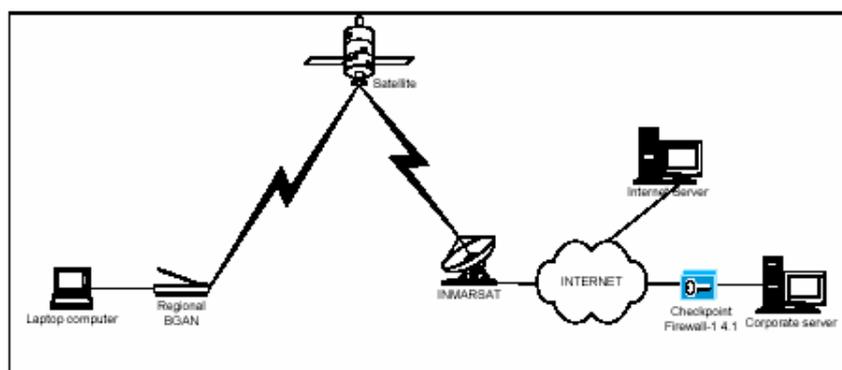
- a) The mobile employee who uses hotel Internet facilities to establish a VPN tunnel and connects to servers at the office.
- b) To establish a secure link from a regional office to a corporate HQ.

A typical VPN includes the following components:

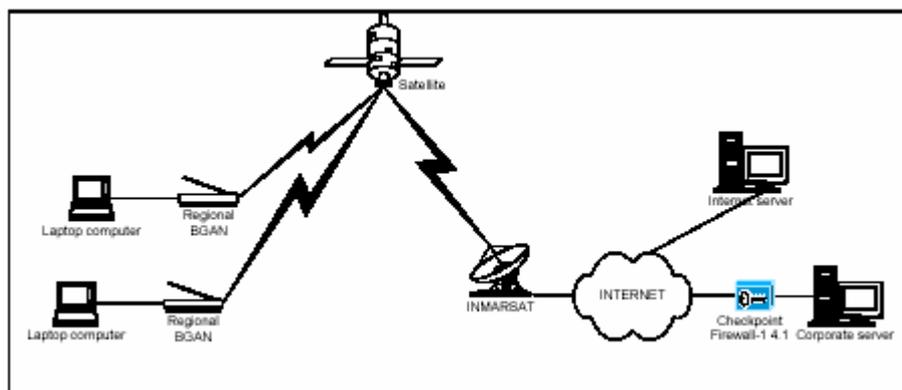
- a) Software installed (VPN client) on end user's computer or a hardware VPN device –this encrypts data.
- b) A connection from the computer to the public Internet.
- c) A connection from the Internet to corporate HQ.
- d) VPN Hardware or Server at HQ to authenticate users and decrypt their data.

Examples of VPN software installed on the user's computer are the Cisco VPN client and the Checkpoint Secure Client. These applications are installed on the user's system and then activated when the user wishes to establish a secure connection to company networks. The activation of the VPN client software is followed by a series of protocol negotiations that take place between the user's computer and the corporate VPN termination point (usually a firewall or VPN device). Once the negotiation phases are complete then the passing of encrypted traffic can commence.

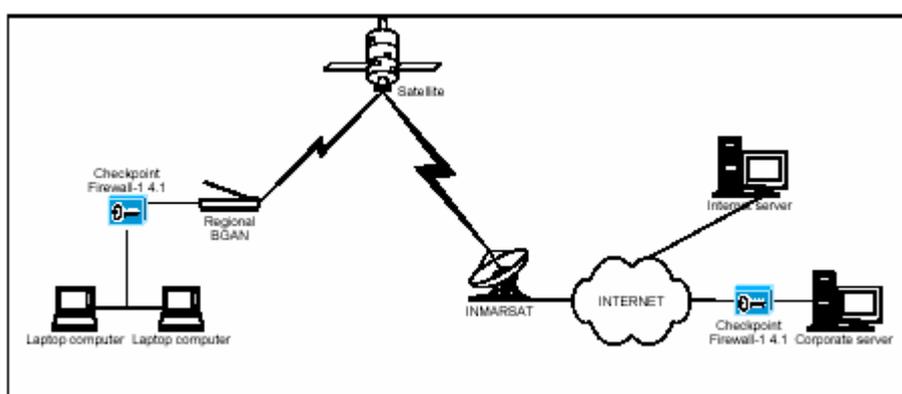
The diagrams below illustrate typical scenarios for using a VPN.



### Single User Configuration



### Multiple User Configuration



### Office-to-Office Configuration

#### Using a VPN with Regional BGAN

The Regional BGAN Satellite IP Modem and system have been successfully tested with the following VPN products:

- 1) Nortel Contivity VPN 2600 Extranet Switch
- 2) Cisco VPN 3000 Concentrator Series
- 3) Cisco PIX 515E® Firewall
- 4) Checkpoint FireWall-1 NG Gateway
- 5) Checkpoint FireWall-1 4.1 Gateway
- 6) NetScreen-5XP Appliance

**Important:** Regional BGAN software release 8.4.1.0 enables the use of VPN's with the

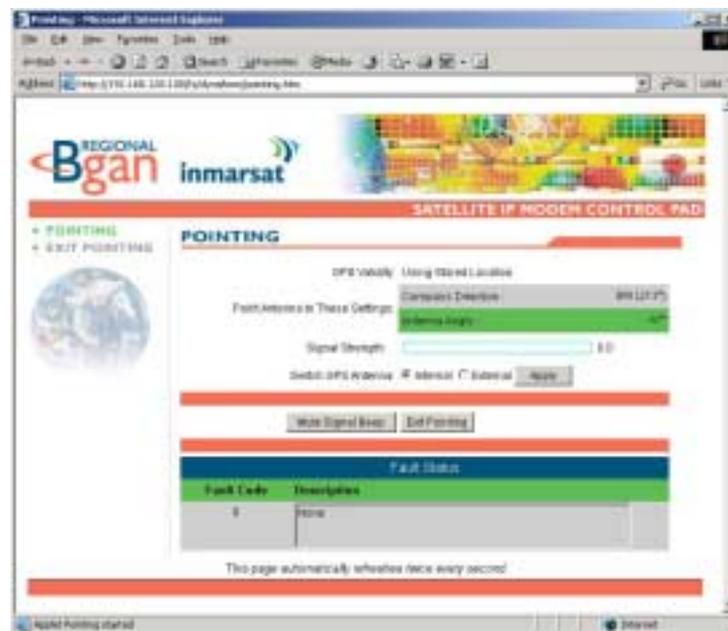
Regional BGAN Satellite IP Modem.

#### Checking Your Software Version

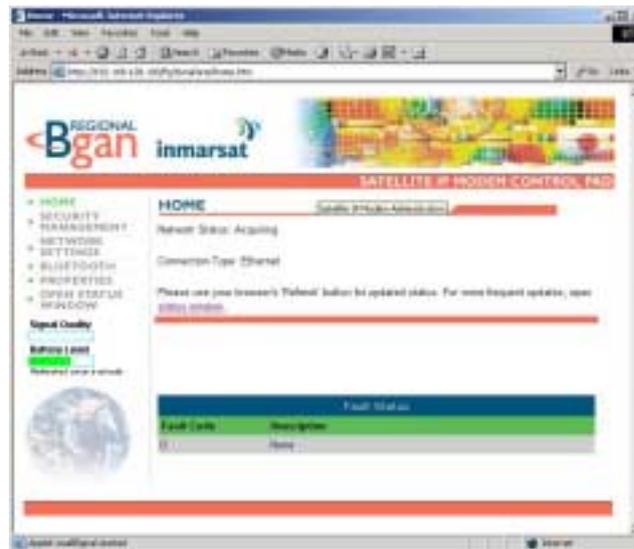
1. Open the Control Pad by clicking on **Launch Control Pad** from the
2. Launch Pad menu.



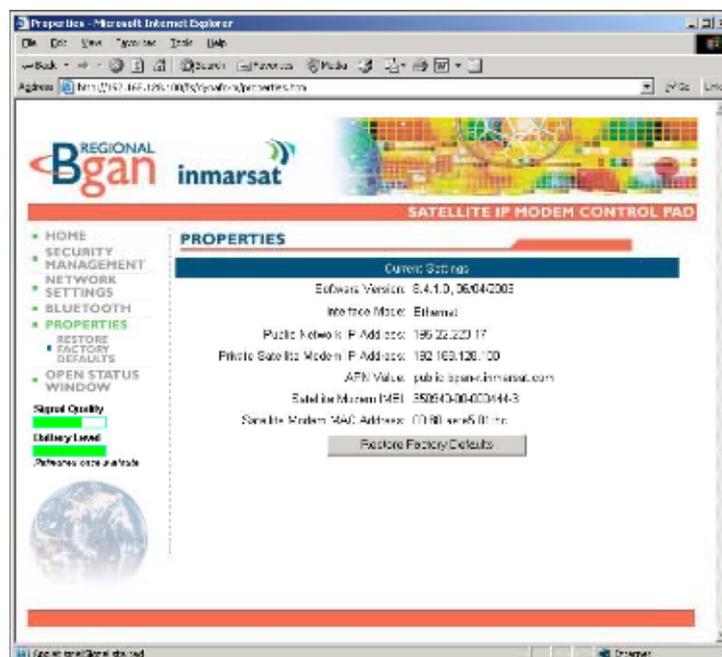
3. Exit the Pointing screen by clicking on the **Exit Pointing** button.



3. From the Home screen, click on **Properties**.



4. The software version is displayed on the Properties screen.



## Upgrading the Satellite IP Modem Software to the Latest Version

1. Click on Upgrade Satellite IP Modem from the Launch Pad menu.



2. Follow the on screen instructions.

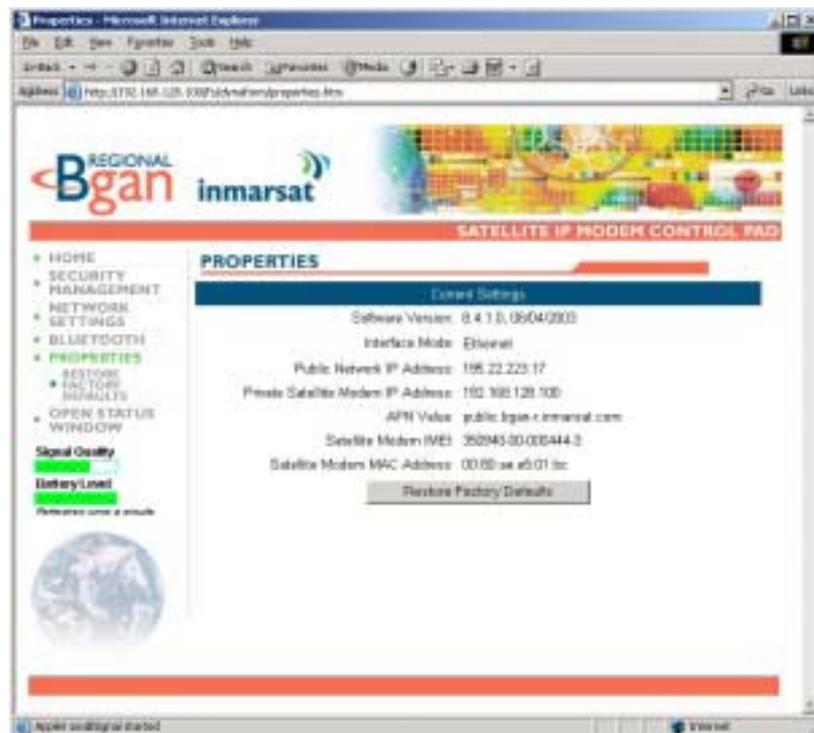
**Before using a VPN for the first time with the Regional Bgan system, please complete the following:**

Install the VPN client software, provided by your corporate IT staff, on the laptop or PC that will be connected to the Satellite IP Modem.

During installation, ensure that the VPN driver is bound to the network adaptor which you will use to connect your PC to the Satellite IP Modem (USB, Ethernet or Bluetooth). If in doubt, bind the software to all adaptors on your PC. Contact the VPN provider or your corporate IT staff for specific installation instructions.

If possible, configure and test your PC and VPN software using a LAN or dial-up connection to ensure that it is functioning correctly BEFORE you travel with the Satellite IP Modem.

Verify that the Access Point Name (APN) assigned to the Satellite IP Modem by the Service Provider is a public APN. The **APN Value** can be viewed from the Properties screen on the Satellite IP Modem Control Pad (see below).



Please check with your Service Provider to ensure that the APN you are subscribed to provides a public IP address.

For additional startup instructions, refer to the specific sections for each VPN for further details.

## Recommendations for VPN Administrators

Whenever possible, configure your VPN firewall to support IPsec NAT Traversal (UDP Encapsulation). If necessary make the corresponding changes to the VPN client software.

<b>Warning</b> : Do not use IPsec AH (Authentication Header).	Although the Regional BGAN Satellite IP Modem has been successfully tested with both UDP Encapsulation and IPsec ESP, certain NAT devices may not support IPsec ESP. If IPsec NAT Traversal cannot be enabled, use IPsec ESP.
---	---

- Do not use any encryption algorithm that encrypts IP addresses.
- For VPN Firewall products that assign a unique IP address to each client, the VPN server should be configured with a sufficiently large IP address pool to support the number of concurrent clients expected to use VPN with Regional BGAN.

## Limitations

While the Regional BGAN Satellite IP Modem is designed to be compatible with most widely-used VPN's, Inmarsat cannot test every possible VPN configuration. It is possible that problems may arise due to undocumented features, flaws in the VPN or related software, network variances, or other issues beyond Inmarsat's control. If problems arise in your efforts to configure your VPN, please contact the VPN provider directly.

The Regional BGAN Satellite IP Modem does not support concurrent client VPN connections for multiple users connected to a single Satellite IP Modem. In this situation, Inmarsat suggests the installation of a matching VPN firewall between the multiple clients and the Regional BGAN Satellite IP Modem as shown below.

## Cisco PIX 515E Firewall

### Overview

This section describes the configuration instructions for using the Cisco PIX 515E® Firewall with the Regional BGAN system.

### Testing Environment

The Cisco PIX® 515E Firewall has been tested with its default settings, with the exception of a minor change to the client setup documented below, and found to be compatible with the Regional BGAN Satellite IP Modem. Testing was completed with the configurations shown below:

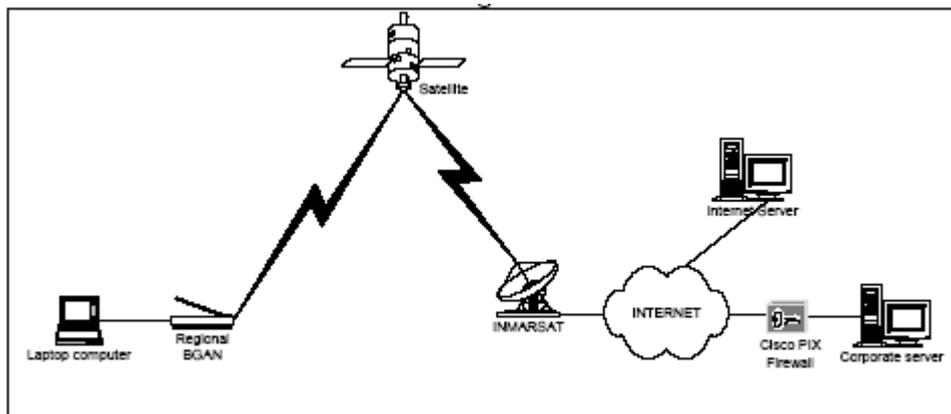
Client: Cisco VPN Client Version 3.6.3

Server: Cisco PIX® 515E Firewall Version 6.2

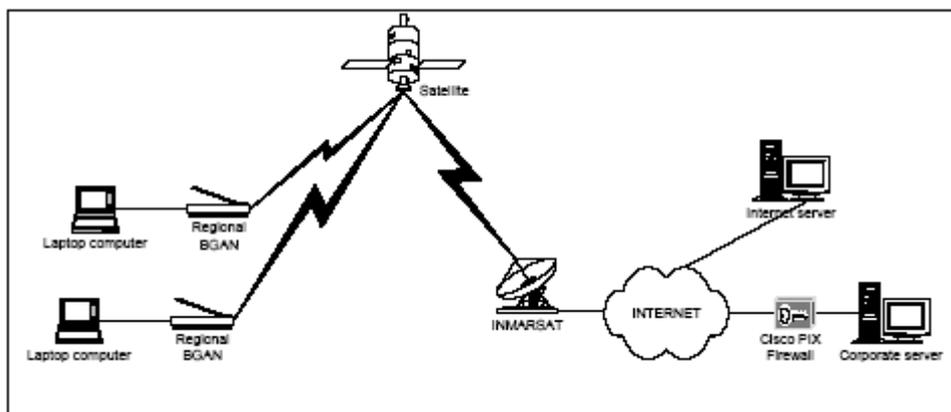
The client was tested on the following operating systems:

- Microsoft Windows 2000

The client was tested in the following scenarios:



**Single User Configuration**



**Multiple User Configuration**

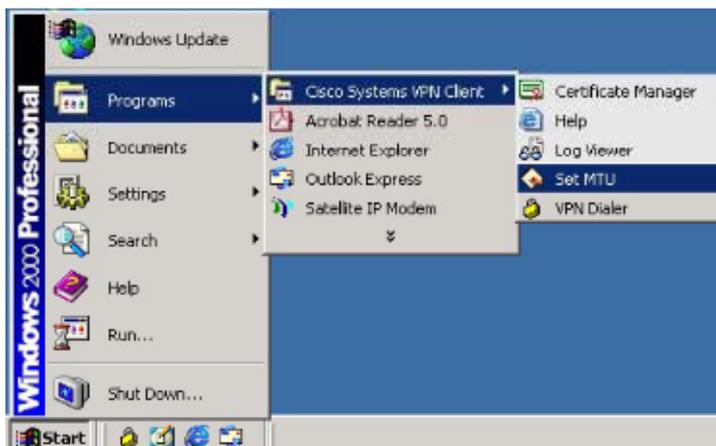
### Before You Start to Use Your VPN Software

- If possible, configure and test your PC and the VPN software using a LAN or dial-up connection to verify that it is functioning correctly.
- Connect the Regional BGAN Satellite IP Modem to your PC and use it without your VPN software. This will verify that the Satellite IP Modem is connected to the satellite network and working correctly. You can check that you have a working connection by successfully accessing the Internet.

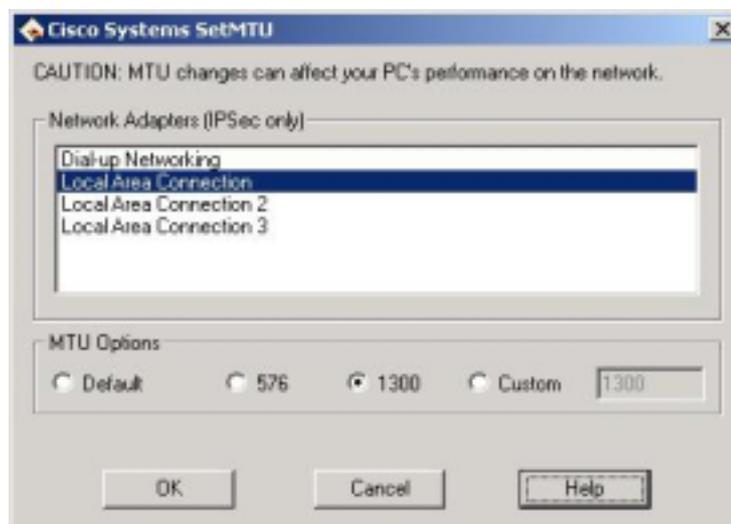
### Client Setup

The MTU size for the network adapter should not be set to default. Before starting the VPN client, make the MTU changes as directed. To change the MTU size, follow the steps below:

1. From the **Start** button on the Windows task bar, click on **Programs, Cisco Systems VPN Client**, and then on **Set MTU** (see below).



2. Select the first Local Area Connection. Please note that several Local Area Connections may be shown.
3. Under MTU Options, select 1300 (or 1400 in some client versions).



4. Repeat steps 3-4 for each Local Area Connection.
5. Click on OK.
6. Launch VPN client and attempt to connect.

### If You Still Have a Problem

If you still cannot establish a VPN connection, contact your VPN administrator and ask them to check the following settings on your corporate VPN firewall.

- Verify that your Firewall is functioning correctly for other VPN clients.
- Check the Inmarsat Regional BGAN web site

([www.regionalbgan.inmarsat.com](http://www.regionalbgan.inmarsat.com)) for information.

- Whenever possible, enable IPsec NAT Traversal (UDP Encapsulation) on your firewall and if necessary matching changes on your VPN client PC's.
- If NAT Traversal (UDP Encapsulation) cannot be enabled, use IPsec ESP.
- Do not use IPsec AH (Authentication Header).
- Do not use any encryption algorithm that encrypts IP addresses.
- For VPN Firewall products that assign a unique IP address to each client, the VPN server should be configured with a sufficiently large IP address pool to support the number of concurrent clients expected to use VPN with Regional BGAN.

**PDF 3**

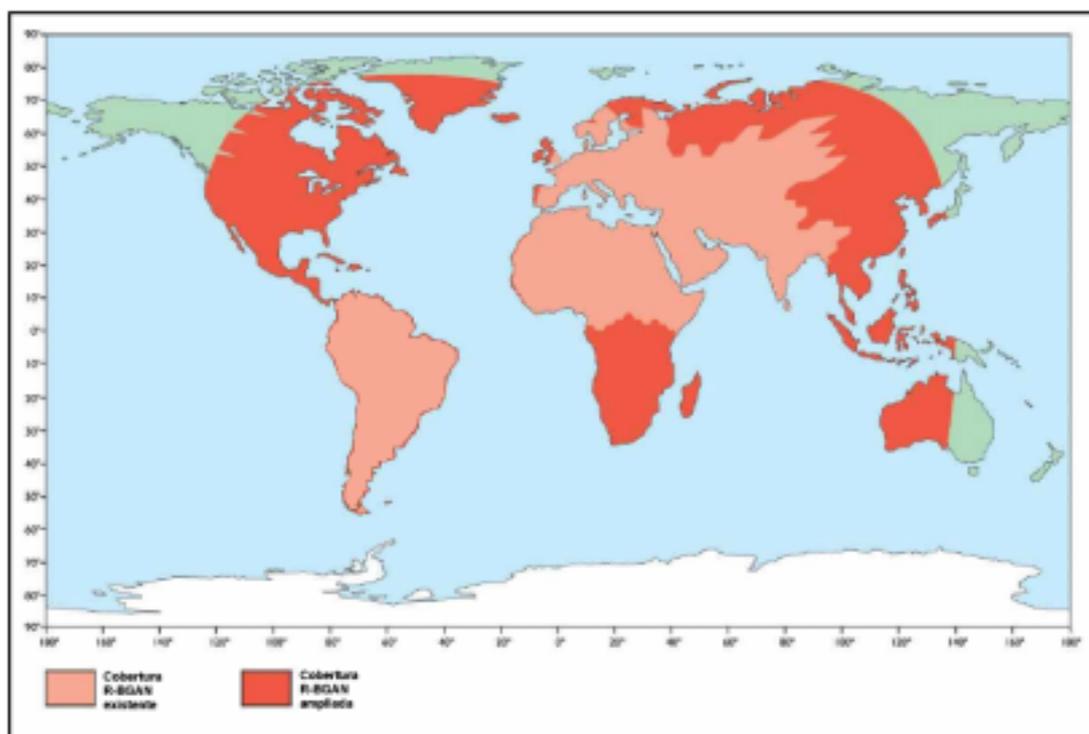
**Manual para el usuario**

Módem IP satelital

## INTRODUCCION

El Módem IP satelital regional BGAN de INMARSAT permite establecer comunicaciones de datos vía satélite y a alta velocidad, de manera portátil. Mediante la tecnología "Siempre activo" usted puede permanecer conectado a Internet y sólo enviar o recibir los datos que necesita a velocidades de hasta 144 kbits/s, de la misma manera que lo haría sentado en el escritorio de su oficina. El Módem IP satelital trabaja con su ordenador utilizando una de tres conexiones de redes comunes: Bus serie universal (USB), Ethernet o la tecnología inalámbrica Bluetooth™.

Si bien el Módem IP satelital es muy similar a otros módems inalámbricos para datos que usted puede conocer, existen algunas diferencias de operación importantes que se deben tener en cuenta. Lea atentamente todo este manual para el usuario a fin de comprender todos los aspectos del funcionamiento de su Módem IP satelital. Para obtener más información acerca del servicio BGAN, consulte [http://www.inmarsat.com/mmi\\_latest](http://www.inmarsat.com/mmi_latest).



Área de cobertura de la fase 2 con los satélites I4

El mapa de cobertura muestra la región en la que es posible obtener cobertura satelital con los dos satélites nuevos I4 de Inmarsat. Tenga en cuenta que la capacidad real para obtener el servicio de Regional BGAN en esta área de cobertura depende de varios factores, entre los que se incluyen las condiciones de licencia. Esta ilustración no representa una garantía de servicio en ningún lugar en particular (consulte a su proveedor de servicios para obtener la información más actualizada en materia de cobertura de servicio).

## CONFIGURACION INICIAL

Esta sección sirve como guía para el proceso de preparación y configuración de su Módem IP satelital para utilizarlo por primera vez. Los pasos presentados

deben ejecutarse en el orden establecido. Cuando haya finalizado, tanto su ordenador como su Módem estarán configurados y listos para su uso.



*Módem IP satelital regional BGAN*

### **DESEMPAQUETADO**

Desempaquete el módem y los elementos accesorios que se encuentran en la caja.

- Módem IP satelital regional BGAN
- Cable y adaptador de alimentación eléctrica para la red de c.a. (100 – 240 V de c.a.)
- Paquete de la batería recargable de ion de litio
- Cable USB
- Cable Ethernet
- CD de instalación
- Manual para el usuario (este documento)
- Broches sujetadores

El proveedor de servicios le entregará un Módulo de identificación del abonado (SIM, por sus siglas en inglés) y las instrucciones para la configuración del módem. Necesitará estos elementos para acceder a la red.

### **REQUISITOS MÍNIMOS DEL SISTEMA E INSTALACIÓN DEL SOFTWARE**

Usted debe contar con un ordenador personal (PC) portátil o de escritorio en el que se ejecute alguno de los siguientes sistemas operativos compatibles:

- Windows® NT 4.0 (service pack 3)
- Windows 98, segunda edición
- Windows 2000
- Windows ME
- Windows XP
- Mac OS X v10.1 o posterior

Su ordenador debe tener una unidad de CD-ROM para poder ejecutar el programa de instalación del software.

El ordenador también debe tener instalado uno de los exploradores de Internet compatibles que se indican a continuación. Si todavía no tiene instalado ningún explorador, el proceso de instalación le permitirá instalar uno (sólo para Windows).

- **Microsoft Internet Explorer versión 5.5 o posterior.** Debe instalar Java Runtime Environment (JRE) 1.3.1 o posterior (el CD de instalación lo instalará).
- **Netscape Communicator versión 7.0 o posterior.** Java debe estar activo.
- **Microsoft Internet Explorer 5 o posterior para Macintosh.**
- **Macintosh Safari 1.0 Beta o posterior.**

Su ordenador debe ser compatible con alguna de las siguientes interfaces:

- Bus serie universal (USB)
- Ethernet (RJ45)
- Tecnología inalámbrica Bluetooth™ que funcione con el protocolo IP

 <b>Notas</b>	<p>Antes de avanzar con la instalación, debe desconectar de su ordenador todas las conexiones LAN existentes. Eso evita cualquier conflicto con la configuración de la red que se está configurando para el Módem IP satelital.</p> <p>Debe verificar que las configuraciones del servidor proxy de su explorador estén desactivadas. En Microsoft Internet Explorer, seleccione Herramientas / Opciones de Internet / Conexiones / Configuración LAN y desactive la casilla 'Usar servidor proxy'. En Netscape, vaya a Preferencias avanzadas y seleccione 'Conexión directa a Internet'. Cuando haya finalizado, cierre su explorador. <b>RECUERDE QUE TAL VEZ DEBA VOLVER A ACTIVAR ESTA CASILLA CUANDO REGRESE A OTRAS CONEXIONES DE INTERNET.</b></p>
---	--

 <b>Notas</b>	<p>Las interfaces USB y Bluetooth no son compatibles con Windows NT o Macintosh OS X.</p> <p>El software de control de Bluetooth de su ordenador debe admitir la entrada directa de información sobre el DNS. Consulte al proveedor de su unidad Bluetooth para confirmar que la entrada de DNS sea posible con su dispositivo.</p>
--	---

#### INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DEL MÓDEM IP SATELITAL

Inserte el CD de instalación en la unidad de CD-ROM del ordenador o equipo Macintosh para iniciar la instalación del software. Si el programa no se inicia automáticamente, utilice la utilidad **Explorador** de Windows® para buscar el archivo **setup.exe** en el CD de instalación. Haga doble clic en dicho programa para iniciar el proceso de instalación. Siga los pasos indicados por el asistente de instalación. Al instalar el software del Módem IP satelital para Macintosh, aparecerá un nuevo volumen en el escritorio denominado "Regional BGAN Satellite IP Modem" (Módem IP satelital regional BGAN), y una ventana con los iconos del instalador y de la documentación. Haga doble clic en el paquete de instalación "Regional BGAN Satellite IP Modem" para comenzar el proceso de instalación. Siga los pasos indicados por el instalador.

Si está listo para comenzar a trabajar con el Módem IP satelital, deje activada la opción **Start the Launch Pad** (Iniciar Panel de inicio). Haga clic en el botón **Finish** (Finalizar) para completar la instalación del software y comenzar la siguiente fase de configuración del Módem IP satelital. Si desea postergar esta acción para más tarde, desactive esta opción y haga clic en el botón **Finish**. En el escritorio de Windows encontrará el icono **Satellite IP Modem** (Módem IP satelital) que le permite iniciar la siguiente fase de la configuración cuando esté listo para hacerlo.

Si utiliza un equipo Macintosh, el Launch Pad se pone en marcha automáticamente después de que se haya completado la instalación. También encontrará en su escritorio un alias a la aplicación Launch Pad del Módem IP satelital.

## LAUNCH PAD -- QUICKSTART WIZARD



Icono en el escritorio

El menú **Launch Pad (Panel de inicio)** del Módem IP satelital se visualiza una vez que se llevan a cabo los pasos de instalación y hace clic en el botón **Finís (Finalizar)** del Installation Wizard con la opción **Start the Launch Pad (Iniciar Panel de inicio)** activada. Como alternativa, el Launch Pad se puede iniciar haciendo doble clic en el icono **Satellite IP Modem (Módem IP satelital)** que se encuentra en el escritorio.

Elija **View QuickStart Wizard (Ver Asistente QuickStart)** en el menú Launch Pad. Esta opción le indicará los pasos que debe realizar para conectar su Módem IP satelital a la red de BGAN. Tenga en cuenta que necesitará seguir las instrucciones de configuración provistas por el proveedor de servicios (proveedor de su SIM) para asegurarse de contar con la información de configuración correcta.



*Pantalla Launch Pad*

### DESCRIPCIÓN GENERAL DE QUICKSTART WIZARD

Se necesita cumplir con 9 pasos básicos para poner el módem en funcionamiento:

- Paso 1: Desempaquetado del Módem IP satelital
- Paso 2: Desempaquetado de la alimentación eléctrica – Módem IP satelital
- Paso 3: Conexión del Módem IP satelital a su ordenador
- Paso 4: Conexión utilizando las interfaces USB, Ethernet o Bluetooth
- Paso 5: Ubicación mediante el Sistema de posicionamiento global (Global Positioning System o GPS, por sus siglas en inglés)
- Paso 6: Cambio del interruptor de la antena del módem
- Paso 7: Orientación aproximada hacia el satélite
- Paso 8: Orientación exacta hacia el satélite
- Paso 9: Salida del Modo de orientación

### PASO 1: DESEMPAQUETADO DEL MÓDEM IP SATELITAL

1. Desempaque el módem y los accesorios. La batería, el adaptador de alimentación eléctrica para la red de c.a., los cables para conexiones USB y Ethernet se incluyen con el módem.
2. Su proveedor de servicios debe haberle suministrado un SIM y las instrucciones de configuración por separado.

3. Inserte el SIM en el soporte correspondiente. Luego inserte el soporte con el SIM en el módem, tal como se muestra a continuación.



## PASO 2: DESEMPAQUETADO DE LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA – MÓDEM IP SATELITAL

1. Inserte la batería una vez que se ha instalado el SIM.



2. Conecte el cable de alimentación eléctrica y cargue la batería durante 3 horas.



## PASO 3: CONEXIÓN DEL MÓDEM IP SATELITAL A SU ORDENADOR

1. Ubique el Módem IP satelital al aire libre, sobre una superficie plana, donde haya una vista clara del cielo.
2. Encienda el Módem IP satelital presionando el botón Power (Encendido).
3. Seleccione una de las siguientes opciones para conectar su ordenador al Módem IP satelital:

- USB
- Ethernet
- Bluetooth



**IMPORTANTE:** Antes de avanzar con la instalación, debe desconectar de su ordenador todas las conexiones LAN existentes. Debe verificar que las configuraciones del servidor proxy de su explorador estén desactivadas. En Microsoft Internet Explorer, seleccione Herramientas / Opciones de Internet / Conexiones / Configuración LAN y desactive la casilla 'Usar servidor proxy'. En Netscape, vaya a Preferencias avanzadas y



seleccione 'Conexión directa a Internet'. Cuando haya finalizado, cierre su explorador. **RECUERDE QUE TAL VEZ DEBA VOLVER A ACTIVAR ESTA CASILLA CUANDO REGRESE A OTRAS CONEXIONES DE INTERNET.**

#### **PASO 4: CONEXIÓN MEDIANTE USB**

1. Conecte el cable USB blanco a su ordenador e inserte el otro extremo del conector en el Módem IP satelital.
2. Para verificar la interfaz activa, presione y mantenga presionado por unos segundos el botón SELECT (Selección). Si la luz correspondiente a USB titila en rojo, entonces la interfaz USB ya está seleccionada. De lo contrario, presione el botón SELECT una o dos veces, según sea necesario para cambiar la selección a USB. Tras una breve pausa, el Módem IP satelital se reiniciará con la interfaz USB seleccionada. Si el Módem IP satelital está utilizando la alimentación de la batería, se apagará. Presione y mantenga presionado el botón Power (Encendido) para volver a encender la unidad.

**Nota:** Cuando realice la conexión del cable USB por primera vez, verá cómo Windows instala un nuevo controlador para el dispositivo.



#### PASO 4: CONEXIÓN MEDIANTE ETHERNET

1. Conecte el cable Ethernet azul a la interfaz de red de su ordenador portátil e inserte el otro extremo del conector en el Módem IP satelital.
2. Para verificar la interfaz activa, presione y mantenga presionado por unos segundos el botón SELECT (Selección). Si la luz correspondiente a Ethernet titila en rojo, entonces la



interfaz Ethernet ya está seleccionada. De lo contrario, presione el botón SELECT una o dos veces, según sea necesario para cambiar la selección a Ethernet. Tras una breve pausa, el Módem IP satelital se reiniciará con la interfaz Ethernet seleccionada. Si el Módem IP satelital está utilizando la alimentación de la batería, se apagará.

3. Presione y mantenga presionado el botón Power (Encendido) para volver a encender la unidad.

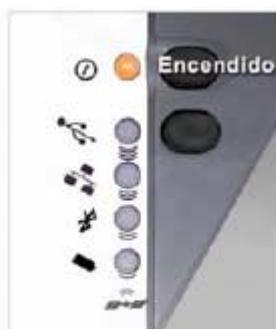
#### PASO 4: CONEXIÓN MEDIANTE BLUETOOTH

1. Para verificar la interfaz activa, presione y mantenga presionado por unos segundos el botón SELECT (Selección). Si la luz correspondiente a Bluetooth titila en rojo, entonces la interfaz Bluetooth ya está seleccionada. De lo contrario, presione el botón SELECT una o dos veces, según sea necesario para cambiar la selección a Bluetooth. Tras una breve pausa, el Módem IP satelital se reiniciará utilizando la alimentación de la batería, se apagará. Presione y con la interfaz Bluetooth seleccionada. Si el Módem IP satelital está mantenga presionado el botón Power (Encendido) para volver a encender la unidad.
2. Ubique el ordenador preparado para trabajar con Bluetooth cerca del Módem IP satelital de manera tal que el ordenador pueda enlazarse al módem. Utilice la clave de acceso predeterminada proporcionada por Bluetooth, es decir "blue", cuando la aplicación de control de Bluetooth de su ordenador así se lo indique.
3. Introduzca en la aplicación de control de Bluetooth los valores de DNS obtenidos de las instrucciones de configuración que su proveedor de servicios le entregó. Debe cumplir con este paso, aun cuando dichos valores ya se hayan introducido anteriormente en el Módem IP satelital. Es posible que deba consultar al proveedor del dispositivo Bluetooth de su ordenador acerca de la manera de introducir los valores DNS en la aplicación de control de Bluetooth.



#### PASO 5: UBICACIÓN MEDIANTE EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GLOBAL POSITIONING SYSTEM O GPS, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

1. El Módem IP satelital ahora intentará ubicarse utilizando el GPS. Este proceso puede tardar hasta cinco minutos. Es importante ubicar el Módem IP satelital lejos de edificios, árboles y otros obstáculos que podrían bloquear una vista clara del cielo.



**Espere. La luz Encendido alterna entre roja y ámbar**



**Continúe. La luz Encendido alterna entre verde y ámbar**

2. Cuando la luz Encendido pasa de titilar en rojo/ámbar a titilar en ámbar/verde, puede continuar con el paso siguiente. Si la luz Encendido titila en verde o está fija en verde, el Módem IP satelital no está en el modo de orientación hacia la antena. En este caso, apague el Módem IP satelital y vuelva a encenderlo.

### **PASO 6: CAMBIO DEL INTERRUPTOR DE LA ANTENA DEL MÓDEM**

1. Siga las siguientes instrucciones para cambiar el interruptor de la antena del módem:
  - Abra la antena del módem hasta que adquiera una posición completamente vertical.
  - En la parte central inferior del interior de la antena, se ve un disco con una ranura.
  - Con la ayuda de una moneda, gire el disco:

o Gírelo hacia la posición “R” para trabajar de forma normal.

o Gírelo hacia “EXT” para trabajar con una antena externa.



*Posición normal*

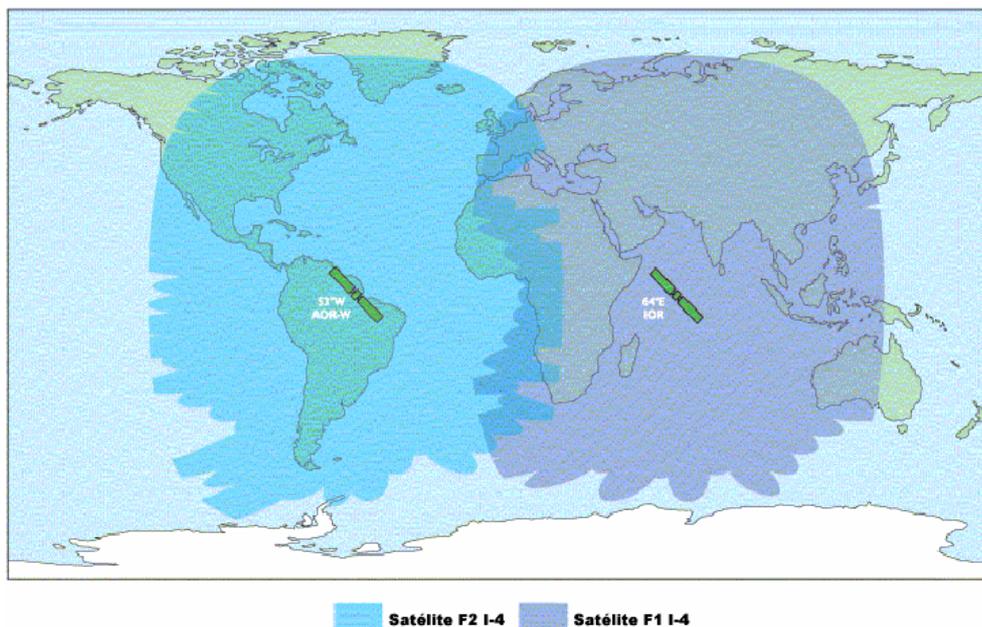


*Posición “R”*

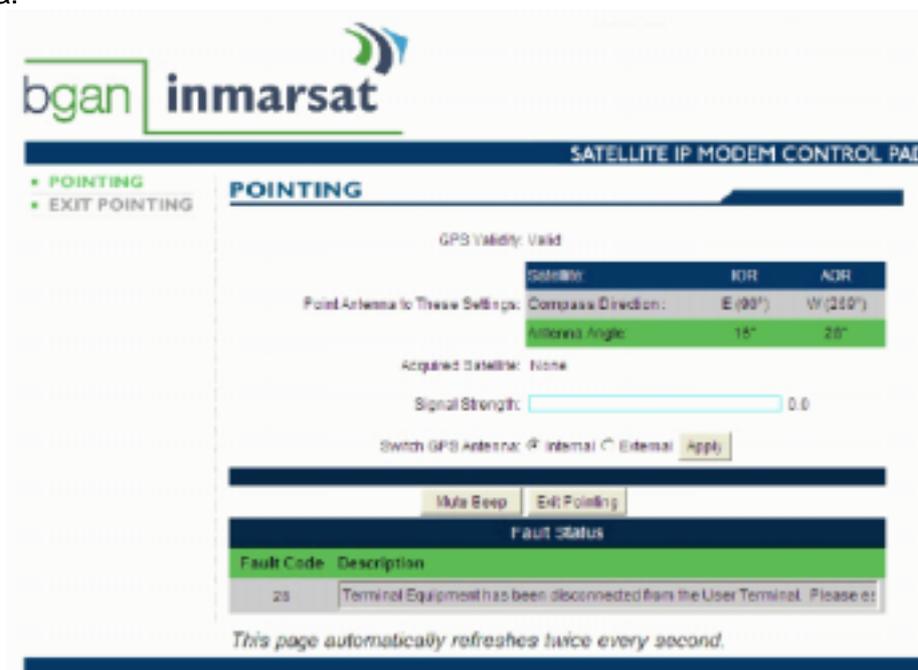
### **PASO 7: ORIENTACION APROXIMADA HACIA EL SATELITE**

Siga las siguientes instrucciones para iniciar la secuencia de orientación aproximada. Consiga una conexión de GPS actual antes de iniciar la secuencia de orientación aproximada. Con el software del módem instalado, la pantalla de orientación de la antena mostrará qué satélite Inmarsat 4 se puede ver.

Consulte los siguientes mapas de cobertura satelital:



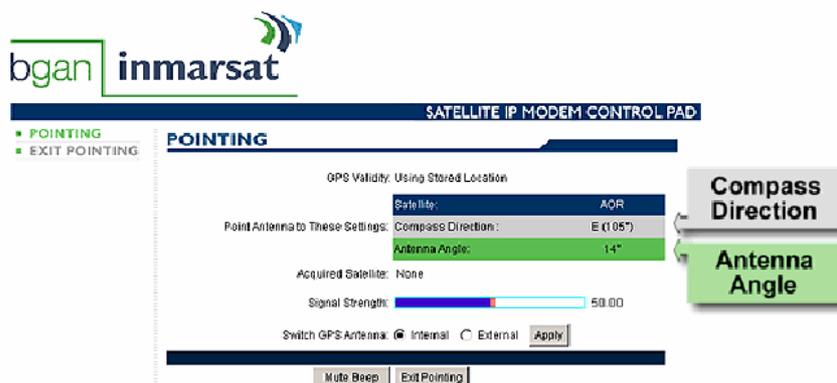
**Nota:** Si se encuentra en una región de solapamiento de cobertura de satélites, la pantalla de orientación mostrará dos satélites, dos direcciones de brújula y dos ángulos de antena.



*Pantalla Antenna Pointing (Orientación de la antena) – Región de solapamiento de satélites*

Intente orientar la antena primero hacia el **satélite IOR** y compruebe el medidor de calidad de señal mientras orienta la antena según los **Pasos 7 y 8**. No salga de la pantalla de orientación de la antena en este momento. A continuación, intente orientar la antena hacia el **satélite AOR** y vuelva a comprobar el medidor de calidad de señal mientras orienta la antena según se indica en los **Pasos 7 y 8**. Elija el satélite que tenga la lectura de calidad más alta y luego, vuelva a orientar la antena conforme a los **Pasos 7 y 8**. Cuando haya terminado, puede continuar con el **Paso 9 y Exit Pointing** (Salida del modo de orientación). Si no obtiene la red tras salir del modo de orientación, vuelva a reiniciar el módem e intente orientar la antena de nuevo hacia el otro satélite.

## Rough Pointing to Satellite



## ORIENTACIÓN APROXIMADA HACIA EL SATÉLITE

**Nota:** Para que se visualicen el Ángulo de la antena y la Dirección de la brújula, usted debe tener una dirección GPS válida.

1. Preste atención a Compass Direction (Dirección de la brújula) y Antenna Angle (Ángulo de la antena) en la interfaz de Control Pad que se observa arriba. Esos datos se utilizarán para ayudarle en la orientación aproximada de la antena del Módem IP satelital hacia el satélite. La orientación aproximada consiste en determinar la dirección aproximada y el ángulo de elevación que la antena necesita para "ver" el satélite de Regional BGAN.

## ORIENTACIÓN APROXIMADA HACIA EL SATÉLITE – DIRECCIÓN DE LA BRÚJULA



Rotate left and right

1. Observe el valor de Control Pad Pointing (Orientación del panel de control) y determine la dirección de la brújula adecuada para la antena. Gire el Módem IP satelital hacia la izquierda y hacia la derecha para corregir la dirección de la brújula.



South



Southwest



Southeast



Protractor should match number off Control Pad

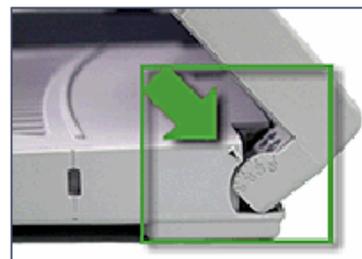
## ORIENTACIÓN APROXIMADA HACIA EL SATÉLITE – ÁNGULO DE LA ANTENA

1. Observe el valor de Control Pad Pointing (Orientación del panel de control) y determine el ángulo de elevación adecuado para la antena. Incline la antena hacia arriba y hacia abajo para corregir el ángulo de la misma.

El transportador debe coincidir con el número observado en el Control Pad.



2. La pequeña flecha del transportador del Módem IP satelital debe estar orientada hacia el número que se lee en el Control Pad.



### PASO 8: ORIENTACION EXACTA HACIA EL SATELITE

Siga las siguientes instrucciones para realizar la orientación exacta de la antena.



Pointing interface

Signal Strength:  50.00

**ORIENTACIÓN EXACTA HACIA EL SATÉLITE IMPORTANTE:** Si la antena no está correctamente orientada hacia el satélite, la confiabilidad y la velocidad de la conexión con la red se verán disminuidas. Siga estrictamente estas instrucciones, a fin de que el Módem IP satelital quede correctamente orientado.

Utilice el Control Pad para realizar la orientación exacta de la antena. La pantalla de orientación del Control Pad tiene un gráfico de barra que indica la Signal strength (intensidad de la señal) y un valor numérico que ayuda a orientar la antena de manera precisa. La parte de barra anaranjada que se encuentra en el extremo de la barra azul identifica la máxima intensidad de señal medida durante la orientación de la antena y le ayuda a encontrar la dirección de orientación óptima.

**Nota:** La luz de encendido debe estar titilando en rojo/ámbar o ámbar/verde. Si eso no sucede, apague el Módem IP satelital y vuelva a encenderlo para volver a ingresar a la pantalla de orientación.

### ORIENTACIÓN EXACTA HACIA EL SATÉLITE



Rotate left and right slowly

1. A fin de encontrar la dirección de orientación óptima de la antena, gire lentamente el Módem IP satelital un poco hacia la izquierda y hacia la derecha. Busque el valor máximo central de intensidad de señal aplicando alguno de los métodos descritos en las páginas anteriores.

Una vez que haya encontrado un valor máximo, mantenga el Módem IP satelital orientado hacia esa dirección.

2. A fin de encontrar la elevación de orientación óptima de la antena, incline lentamente la antena un poco hacia arriba y hacia abajo. Busque el valor máximo central de intensidad de señal aplicando alguno de los métodos descritos en la página anterior. Una vez que haya encontrado un valor máximo, mantenga la antena del Módem IP satelital en ese ángulo.



Tilt antenna up and down

## PASO 9: SALIDA DEL MODO DE ORIENTACION

Siga las siguientes instrucciones para completar la conexión del Módem IP satelital a Internet.

**Satellite IP Modem QuickStart Wizard** Step 12 of 12  
Exit Pointing Mode

Select "Exit Pointing" option

- 1) Your antenna is now optimally pointed. Exit the pointing mode by selecting the "Exit pointing" option on your Control Pad.
- 2) Your service provider may have supplied additional instructions for configuring your Satellite IP Modem along with your SIM card. If provided, please refer to the configuration instructions and make the required changes now. If you are unable to successfully connect to the Internet, please see the troubleshooting section of the *Regional BGAN Satellite IP Modem User Manual*.
- 3) Congratulations your modem is successfully connected.
- 4) It is recommended that you upgrade your modem's software to the latest version. From the Launch Pad menu, choose Upgrade Satellite IP Modem and follow the upgrade instructions.

< Back    Next >    Finish

## SALIDA DEL MODO DE ORIENTACIÓN

1. La antena ahora está correctamente orientada. Puede salir del modo de orientación seleccionando la opción "Exit pointing" (Salir del modo de orientación) en el Control Pad.
2. Su proveedor de servicios posiblemente le haya proporcionado instrucciones adicionales para configurar su Módem IP satelital junto con la tarjeta SIM. Si las tiene, remítase a las instrucciones de configuración y realice ahora los cambios solicitados. Si no logra conectarse a Internet satisfactoriamente, consulte la sección dedicada a

resolución de problemas del *Manual para el usuario del Módem IP satelital Regional BGAN*.

3. Su módem se ha conectado satisfactoriamente.
4. Se recomienda actualizar el software de su módem e instalar la última versión disponible. Desde el menú **Launch Pad** (Panel de Inicio), seleccione la opción **Upgrade Satellite IP Modem** (Actualización del Módem IP satelital) y siga las instrucciones de actualización. Es posible que el proveedor de servicios haya proporcionado instrucciones adicionales para configurar el Módem IP satelital junto con la tarjeta SIM. En este caso, consulte las instrucciones de configuración y aplique los cambios ahora. Si no logra conectarse a Internet satisfactoriamente, consulte la sección dedicada a resolución de problemas del *Manual para el usuario del Módem IP satelital regional BGAN*.

Sangolquí,.....

**AUTORA**

---

Evelyn Noemi Ortiz Salazar

**COORDINADOR DE CARRERA**

---

Ing. Gonzalo Olmedo MSC

**SECRETARIO ACADÉMICO**

---

Sr. Dr. Jorge Carvajal