

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**Memoria Laboral**

**“Guía de Instalación, Traslado y Mantenimiento de  
una estación VSAT”**

**Postulante: Alberto Pavel Michel Santos**

**Tutor: Ing. Jose Luis Zabala Rivas**

**La Paz, 2023**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad para concluir mis estudios profesionales.

A toda mi familia liderada por mi hermana Lupe por todo el apoyo a lo largo de mis estudios superiores, sin olvidar a mis tías.

A mis padres Alberto y Facunda que están en el cielo, que seguro estoy me guían desde allí cada paso que doy en mi vida.

## **DEDICATORIA**

Esta memoria está dedicada a toda mi familia: A mi hermana Lupe, hermano Cosme, sobrinos y sobrinas. A mis tesoros Nayeli, Alejandra y mi esposa Miriam.

## **RESUMEN**

El tiempo de trabajo en la misma área de las telecomunicaciones satelitales y en diferentes instituciones de trabajo desde el año 2005 hasta el año 2019 fortalece la capacidad de aprendizaje en instalaciones, traslados, mantenimientos preventivos y correctivos de las estaciones VSATs.

La guía pretende brindar un conocimiento en instalaciones de estaciones VSAT a personal técnico. Desde lo más básico e importante que involucra las obras civiles como la ubicación y posterior colocado del tubo soporte de antena. Hasta contar con el visto bueno del personal del HUB para que la estación satelital esté operable.

La observación y práctica en sitio del armado de los componentes de una estación VSAT, ver reflejado en los equipos satelitales cuando se pierde la señal y servicio de internet en un determinado espacio de tiempo por causa de los fenómenos naturales como las manchas solares son aprendizajes únicos.

Realizamos el re apuntamiento en fino de varias estaciones por motivo que el satélite Intelsat 907 para el año 2014 era antiguo. Las antenas VSAT requerían ajustes pequeños en los ángulos de vista.

<b>INDICE</b>	<b>PAGINA</b>
<b>CAPITULO I</b>	
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Descripción de la problemática .....	2
1.4 Definición de Objetivos .....	2
1.4.1 Objetivos General .....	3
1.4.2 Objetivo Específico .....	3
1.5 Justificación .....	3
1.6 Alcance y Limitaciones .....	3
<b>CAPITULO II</b>	
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	
2.1 Introducción a las Estaciones Satelitales VSAT .....	5
2.2 Segmento espacial y segmento terrestre.....	6
2.2.1 Modelo de Subida .....	6
2.2.2 Transponder .....	7
2.2.3 Modelo de Bajada.....	8
2.2.4 Enlaces Cruzados .....	9
2.3 Órbitas .....	8
2.3.1 Órbita Geosíncrona .....	10
2.3.2 Órbita Geoestacionaria (GEO).....	10
2.3.3 Órbitas terrestres de baja altura (LEO) .....	11
2.3.4 Órbitas terrestres de media altura (MEO) .....	11
2.3.4.1 Órbitas polares .....	11
2.3.4.2 Órbitas circulares .....	11
2.3.4.3 Órbitas elípticas .....	11
2.4 Configuraciones de una red VSAT .....	12
2.4.1 Configuración red en estrella .....	12
2.4.2. Configuración red en Malla .....	13
2.4.3 Configuración red USAT .....	14
2.5 Aspectos técnicos de las redes VSAT .....	14
2.5.1 Estación HUB .....	14
2.5.1.1 Unidad de RF del HUB .....	15
2.5.1.2 Unidad Interna del HUB .....	15
2.5.1.3 Sistema de Monitoreo de RED (NMS) .....	15
2.5.2 Estaciones Terrenas .....	16
2.6 Composición de una VSAT .....	17
2.6.1 Unidad Exterior (ODU).....	17
2.6.2 Unidad Interior (IDU) .....	17
2.7 Componentes de una estación VSAT.....	18
2.7.1 Antena Satelital .....	18
2.7.2 Soporte de Antena .....	18
2.7.3 Canister .....	19

2.7.4 Soporte de Feed .....	19
2.7.5 Brazos de antena .....	19
2.7.6 Feed .....	19
2.7.7 Tipos de polarización .....	20
2.7.7.1 Polarización lineal .....	20
2.7.7.2 Polarización Circular .....	20
2.7.7.3 Polarización Elíptica .....	20
2.7.8 LNB (Low Noise Block) .....	20
2.7.9 BUC (Block Up Converter) .....	21
2.7.10 Modem Satelital .....	21
2.7.11 Cables coaxiales .....	22
<b>CAPITULO III</b>	
<b>DESARROLLO DE LA GUIA DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO</b>	
<b>Y TRASLADO DE UNA ESTACIÓN VSAT .....</b>	
3.1 Requerimientos Administrativos .....	23
3.1.1 Cronograma de trabajo de una estación VSAT .....	24
3.1.2 Actividades para intervenir el sitio VSAT .....	24
3.1.3 Herramientas y equipos .....	25
3.1.4 Transporte para trasladarse al sitio .....	25
3.1.5 Rendición de gastos financieros .....	25
3.1.6 Diagnóstico Preliminar .....	26
3.1.7 Terminales Críticas .....	26
3.1.8 Estado de los repuestos .....	26
3.2 Guía de Instalación de una estación VSAT.....	26
3.2.1 Formulario de Información del sitio (Site Survey) .....	26
3.2.2 Ángulos de Vista .....	28
3.2.2.1 Ángulo de Azimut .....	28
3.2.2.2 Ángulo de Elevación .....	29
3.2.3 Tubo soporte y cimiento .....	30
3.2.4 Armado del Canister .....	32
3.2.4.1 Varilla de azimut .....	32
3.2.4.2 Perno de rotación.....	32
3.2.4.3 Colocado del canister en el tubo soporte de antena ...	33
3.2.4.4 Tubo de Azimut .....	33
3.2.4.5 Extremo base de placa .....	34
3.2.4.6 Orificio de la lengüeta .....	34
3.2.5 Soporte de antena .....	35
3.2.5.1 Pestañas grandes del posicionador .....	35
3.2.5.2 Barra de elevación .....	36
3.2.5.3 Bloque de elevación .....	36
3.2.5.4 Brazos transversales .....	36
3.2.5.5 Montado de antena al soporte de antena .....	37
3.2.5.6 Ajuste de antena al soporte de antena .....	37

3.2.6 Ensamblaje del soporte de alimentador (Feed) .....	38
3.2.6.1 Varillas del Feed .....	38
3.2.6.2 Tubo soporte de Feed .....	39
3.2.6.3 Varilla y soporte de Feed .....	40
3.2.7 Soporte de Feed Horm .....	41
3.2.7.1 Armado y montaje de los elementos del Feed Horm ...	41
3.2.8 Alineación de la Antena .....	42
3.2.9 Localización del satélite .....	43
3.2.9.1 Sitios web para localizar el satélite .....	43
3.2.9.2 Inclinómetro en soporte de Feed .....	45
3.2.9.3 Inclinómetro en curvatura del soporte de antena .....	46
3.2.9.4 Graduar la inclinación .....	46
3.2.9.5 Graduar el azimut .....	46
3.2.9.6 Router satelital y antena para apuntamiento .....	47
3.2.10 Configuración del Modem iDirect para el apuntamiento	47
3.2.10.1 Encender el Router Satelital iDirect 3000 Series .....	47
3.2.10.2 Acceder al Router Satelital iDirect 3000 Series .....	47
3.2.10.3 Option File (Opciones de configuración de Modem) ...	49
3.2.11 Apuntamiento de la Antena en fino .....	50
3.2.11.1 Satellite Finder .....	50
3.2.11.2 Analizador de Espectro .....	51
3.2.11.3 Aplicaciones propias de los Routers Satelitales .....	51
3.2.12 Comisionamiento de una estación Vsat .....	51
3.2.12.1 Levantar Portadora .....	52
3.3 Guía de Mantenimiento Preventivo de una Estación VSAT	54
3.3.1 Verificar el estado .....	54
3.3.2 Inspección visual .....	54
3.3.3 Medidas de equipos VSAT .....	55
3.3.4 Mantenimiento del Sistema de Tierra y Pararrayos: .....	57
3.3.5 Llenado del formulario de mantenimiento preventivo: .....	58
3.4 Guía de Mantenimiento Correctivo de una Estación VSAT	58
3.4.1 Cuando programar un mantenimiento correctivo .....	58
3.4.1.1 Condiciones climáticas severas .....	58
3.4.1.2 Cambio de proveedores de internet .....	59
3.4.1.3 Sobre carga de energía .....	59
3.4.2 Reponer equipos averiados o robados. ....	60
3.4.3 Pruebas de verificación del estado del sitio .....	60
3.4.4 Llenado de formulario de Mantenimiento Correctivo .....	60
3.5 Guía de Traslado de una Estación VSAT .....	60
3.5.1 Herramientas para el traslado de la estación Vsat .....	60
3.5.2 Medidores de prueba .....	61
3.5.3 Desmontado de Antena VSAT para trasladar a otro sitio ...	61



CAPITULO IV	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	63
4.1 Conclusiones .....	63
4.2 Recomendaciones .....	63
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>65</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>PAGINA</b>
Tabla 1. Referencias laborales .....	2
Tabla 2. Información básica de dos Satélites .....	43
Tabla 3. Estados del Modem Satelital iDirect .....	55

<b>FIGURAS</b>	<b>PAGINA</b>
Fig. 1 Satélite Sputnik I.....	1
Fig. 2 Estación terrena de Amachuma, La Paz Bolivia .....	1
Fig. 3 Sistema VSAT .....	5
Fig. 4 Segmento Espacial y Segmento Terreno .....	6
Fig. 5 Modelo de Subida del satélite .....	7
Fig. 6 Transponder del Satélite .....	8
Fig. 7 Modelo de Bajada del Satélite .....	9
Fig. 8 Enlace Intersatelital .....	9
Fig. 9 Órbita Polar y Geoestacionaria .....	12
Fig. 10 Red en Estrella .....	12
Fig. 11 Red en Malla .....	13
Fig. 12 Diagrama de bloques de una estación HUB .....	15
Fig. 13 Bloques Estación Terrena .....	16
Fig. 14 Soporte de Antena .....	18
Fig. 15 Canister de diferentes diámetros .....	19
Fig. 16 Feed Horn, LNB y BUC .....	20
Fig. 17 LNB .....	21
Fig. 18 BUC .....	21
Fig. 19 Modem Satelital .....	22
Fig. 20 Diagrama de la estructura orgánica de la ONG Visión Mundial Bolivia .....	23
Fig. 21 Latitud y Longitud .....	27
Fig. 22 Sitio para antena satelital .....	28
Fig. 23 Ángulos de Apuntamiento .....	29
Fig. 24 Medidas de empotrado de tubo .....	31
Fig. 25 Estructura de concreto para tubo .....	32
Fig. 26 Varilla de azimut .....	32
Fig. 27 Perno de rotación del posicionador .....	33
Fig. 28 Canister sobre tubo .....	33
Fig. 29 Tubo de Azimut .....	34
Fig. 30 Tubo azimut sobre orificio de placa .....	34
Fig. 31 Orificio de la lengüeta .....	34
Fig. 32 Soporte de Antena .....	35
Fig. 33 Pestañas largas de posicionador .....	35
Fig. 34 Barra de elevación .....	36
Fig. 35 Bloque de elevación .....	36
Fig. 36 Brazos transversales .....	37
Fig. 37 Antena superior y pernos .....	37
Fig. 38 Ajuste de Antena y soporte .....	38
Fig. 39 Varillas de Feed .....	39

Fig. 40 Tubo y soporte de Feed .....	40
Fig. 41 Posición de colocado de Tubo soporte de Feed y Antena	40
Fig. 42 Varilla y soporte de Feed .....	40
Fig. 43 Soporte de Feed Horm .....	41
Fig. 44 Elementos de Feed Horm .....	42
Fig. 45 Antena montada en estructura de concreto .....	43
Fig. 46 Mapa de Pisada del satélite TK-SAT-1 .....	44
Fig. 47 Elección del satélite TK-SAT-1 .....	44
Fig. 48 Valores de Azimut y elevación .....	45
Fig. 49 Inclínómetro en soporte de Feed .....	45
Fig. 50 Inclínómetro en curvatura de soporte de Antena .....	46
Fig. 51 Dirección de Red .....	48
Fig. 52 Dirección IP – Mascara – Puerta de enlace .....	48
Fig. 53 Aplicación iSite .....	49
Fig. 54 Cargando archivo de configuración (Option File) .....	50
Fig. 55 Aplicando iSite para apuntar antena .....	51
Fig. 56 Aplicando iSite para levantar portadora .....	53
Fig. 57 Aplicando iSite para levantar portadora, con 2do valor	54
Fig. 58 Ingreso de humedad – agua en Feed Horm .....	55
Fig. 59 Conector Coaxial en mal estado .....	57
Fig. 60 Protector de 1er nivel de red y energía .....	59
Fig. 61 Herramientas en general.....	61
Fig. 62 Instrumentos de medida .....	62

# CAPITULO I

## 1.1 Introducción

Después de la segunda guerra mundial el año 1945 empieza la carrera espacial de varios países con el fin de colocar en el espacio un satélite artificial.

Comunicarse a nivel local, nacional e internacional es indispensable para todo país en vías de desarrollo.

El Estado Plurinacional de Bolivia está distribuida geográficamente en tres áreas: los llanos, valles y altiplano. En ese sentido es necesario contar con sistemas de comunicaciones acorde a esa distribución.

Un sistema VSAT es ideal para comunicación de voz, datos y video vía satélite para intercambio de información desde un punto distante hacia otro.



Fig. 1 Satelite Sputnik I

Bolivia en sus comienzos por contar con sistemas de comunicación satelital inicia la construcción de la estación terrena de Tiwanacu en el año 1978 para poder comunicarse con el exterior y luego con las áreas rurales donde el acceso era difícil por la geografía a lo largo y ancho de nuestro territorio.

Con la puesta en órbita del satélite TK-Sat-1 el año 2013 Bolivia inicia la aventura en el espacio.



Fig. 2 Estación Terrena de Amachuma, La Paz Bolivia

Para el control y monitoreo del TK-Sat-1 se construyen dos estaciones terrenas una en la localidad de La Guardia en Santa Cruz que sirve como respaldo para gestionar al satélite. La otra estación ubicada en la población de Amachuma en la ciudad de La Paz que además de gestionar al satélite sirve para dar servicios de telecomunicaciones.

## 1.2 Antecedentes

En relación a la experiencia laboral en el área de Telecomunicaciones del tesista, se tienen las siguientes referencias laborales:

#	Periodo					Experiencia laboral		
	Inicio	Fin	Años	Meses	Días	Empresa	Trabajos desempeñados	Conocimientos adquiridos
1	2005	2007	2	8	0	Pacific Telecom	Instalación Telecentros VSAT	Configurar un Modem Satelital – LinkStar. Configurar de ATA Sipura-GrandStream para Telefonía. Instalación de una Terminal Satelital VSAT para Telefonía y Datos.
2	2007	2009	2	0	0	ONG - Programa de Desarrollo de Área Arakavi	Participación en la instalación y puesta en marcha de 32 estaciones VSAT.	Instalación de Estaciones VSAT. Configuración del Modem Idirect.
3	2009	2019	9	10	0	ONG - Visión Mundial Bolivia	Instalación y Mantenimiento de Estaciones VSAT.	Instalación de Sistema de Aterramiento. Instalación y Mantenimiento de Estaciones VSAT.
4	2019	2023	3	4	0	ONG - Visión Mundial Bolivia	Mantenimiento de infraestructura eléctrica y telecomunicaciones.	Mantenimiento de Grupo Generador. Realizar términos de referencia para equipos de administración.

Tabla 1. Referencias laborales

## 1.3 Descripción de la problemática

No contar con materiales educativos y didácticos que puedan mostrar de forma gráfica y escrita la parte práctica de la instalación de las antenas satelitales VSAT.

## 1.4 Definición de Objetivos

### **1.4.1 Objetivo General**

Elaborar una guía de procedimiento para la instalación, traslado y mantenimiento de una estación VSAT, para que esta guía se aplique en una estación VSAT.

### **1.4.2 Objetivo Específico**

- Conocer las partes y componentes de una estación VSAT.
- Describir los documentos administrativos del equipo técnico para resguardar su seguridad personal y de la empresa.
- Desarrollar una guía para la instalación, mantenimiento y traslado de una estación VSAT.
- Implementar una estación satelital con el modem iDirect.
- Realizar el procedimiento de Mantenimiento de un Sistema de Aterramiento.

### **1.5 Justificación**

Una institución o empresa cuando contrata profesionales o adquiere nueva tecnología está en la necesidad de capacitar a su personal de planta. La dificultad radica cuando no se cuenta con textos o guías adecuados.

Tener una guía de apoyo realizado en base a la experiencia de trabajo en campo para las instalaciones de estaciones satelitales VSAT.

La mejora continua en los procesos y procedimientos de mantenimiento hace que reduzca el tiempo de la estadía del personal técnico en campo.

### **1.6 Alcance y Limitaciones**

El material abarca una guía con procedimientos de manera general a infraestructura y tecnología Satelital VSAT.

El contenido mínimo de la guía técnica propuesta es el siguiente:

- El Modem iDirect
- La Antena, LNB y BUC
- Apuntamiento de una antena con modem iDirect
- Instalación en sitio remoto
- Herramientas para instalación en sitio remoto

- Equipamiento para pruebas
- Configuración del modem iDirect
- Comisionamiento del modem iDirect
- Contactando con el HUB
- Verificando el buen funcionamiento



## CAPITULO II

### FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1 Introducción a las Estaciones Satelitales VSAT

Las redes VSAT (Very Small Aperture Terminal) son redes privadas de comunicación de voz, datos y video vía satélite para intercambio de información punto - punto o punto - multipunto (broadcasting).

Algunas características de estas redes son:

- Redes privadas diseñadas a la medida de las necesidades de las compañías que las usan.
- Servicios de telecomunicación a un bajo costo y fácil instalación.
- Las antenas montadas en sitios terminales son de pequeño tamaño (menores a 2.4 m, típicamente 1.8 m y 1.2 m).
- Las velocidades disponibles suelen ser del orden de 56, 64 hasta 128 Kbps.
- Permite la transferencia de datos, voz.
- Red con posibilidad de gran densidad (1.000 a 1.500 estaciones VSAT) y controlada por una estación central terrestre llamada HUB que organiza el tráfico entre terminales, optimiza el tráfico entre terminales además el acceso al satélite.
- Enlaces asimétricos.
- Las bandas de funcionamiento suelen ser K o C, donde se da alta potencia en transmisión y buena sensibilidad en recepción.



Fig. 3 Sistema VSAT (Fuente: <https://sites.google.com/site/examensito/sistema-de-transmision-de-radio-satelital>)



## 2.2 Segmento espacial y segmento terrestre

El segmento espacial: Es el punto clave de una red Satelital. Está formado por el conjunto de componentes útiles para el correcto funcionamiento del satélite. El elemento principal de éste segmento es el Satélite. Además, se considera parte de este segmento al sistema de telemando, seguimiento y teledirigido que se realiza al Satélite desde Tierra (estación terrena de control).

Es el único punto de la red que no puede ser manejado con total libertad por el instalador de una red VSAT. Debe ser contratado a empresas o consorcios proveedores de capacidad espacial.

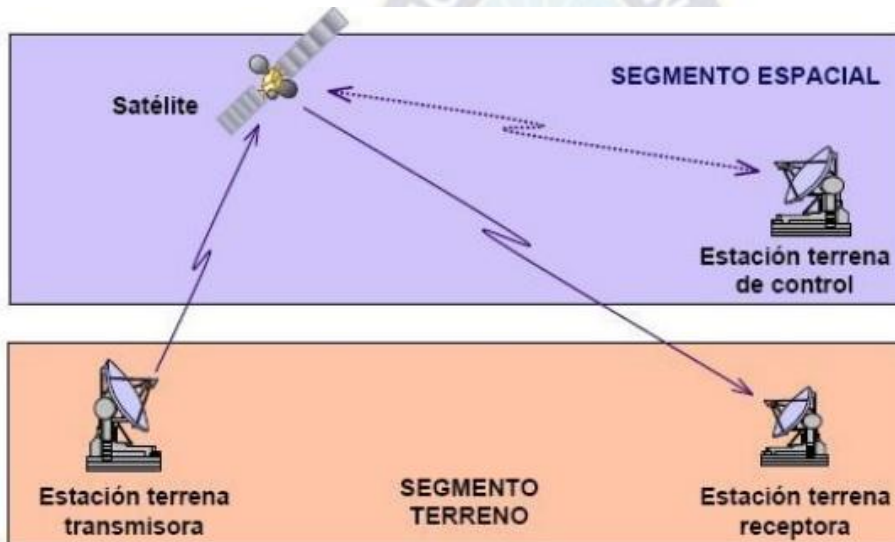


Fig. 4 Segmento Espacial y Segmento Terreno

[https://oa.upm.es/37307/7/PFC\\_NORA\\_EL\\_MESBAHI\\_EL\\_BAKKALI\\_2015.pdf](https://oa.upm.es/37307/7/PFC_NORA_EL_MESBAHI_EL_BAKKALI_2015.pdf)

El segmento terrestre: Nombrado como segmento terreno está conformado por las estaciones terrenas que son las estaciones remotas VSATs compuestas por las antenas usadas por los usuarios para transmitir y recibir el tráfico que deseen. También está conformado por el HUB que es el Sistema Central que gestiona las comunicaciones entre las estaciones y las conexiones con otras redes, constituye el nodo principal de la red. En el 2.5.2 se explicará en detalle el HUB.

### 2.2.1 Modelo de Subida

El principal componente dentro de la sección de subida, de un sistema satelital, es

el transmisor de la estación terrena. Un típico transmisor de la estación terrena consiste de un modulador de IF (frecuencia intermedia), un convertidor de microondas de IF a RF, un amplificador de alta potencia (HPA High Power Amplifier) y algún medio para limitar la banda del último espectro de salida (por ejemplo, un filtro pasa-bandas de salida). La figura 3 muestra el diagrama a bloques de un transmisor de estación terrena satelital. El modulador de IF convierte las señales de banda base de entrada a una frecuencia intermedia modulada en FM, en PSK o en QAM. El convertidor (mezclador y filtro pasa-bandas) convierte la IF a una frecuencia de portadora de RF apropiada. El HPA proporciona una sensibilidad de entrada adecuada y potencia de salida para propagar la señal al transponder del satélite. Los HPA comúnmente usados son klystrons y tubos de onda progresiva.

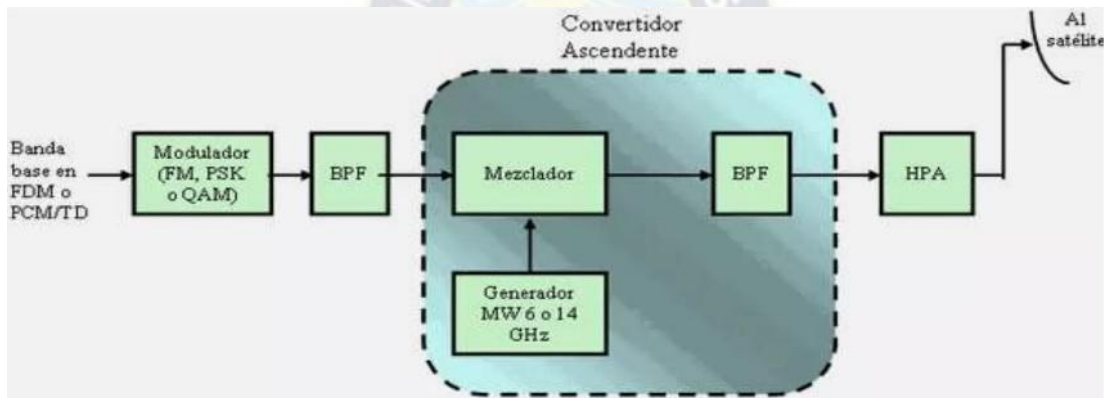


Fig. 5 Modelo de Subida del Satélite

(Fuente: [www.monografias.com/trabajos29/redes-satelitales/redes-satelitales](http://www.monografias.com/trabajos29/redes-satelitales/redes-satelitales))

## 2.2.2 Transponder

Un típico transponder satelital consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF Band Pass Filter), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA Low Noise Amplifier), un traslador de frecuencia, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa-bandas de salida. La figura 4 muestra un diagrama a bloques simplificado de un transponder satelital. Este transponder es un repetidor RF a RF. Otras configuraciones de transponder son los repetidores de IF, y de banda base, semejantes a los que se usan en los repetidores de microondas. En la figura 4, el BPF de entrada limita el ruido total aplicado a la entrada del LNA. (Un dispositivo

normal utilizado como un LNA, es un diodo túnel.) La salida del LNA alimenta a un traslador de frecuencia (un oscilador de desplazamiento y un BPF), que convierte la frecuencia de subida de banda alta a una frecuencia de bajada de banda baja. El amplificador de potencia de bajo nivel, que es comúnmente un tubo de ondas progresivas, amplifica la señal de RF para su transmisión por medio de la bajada a los receptores de la estación terrena. Cada canal de RF del satélite requiere de un transponder separado.

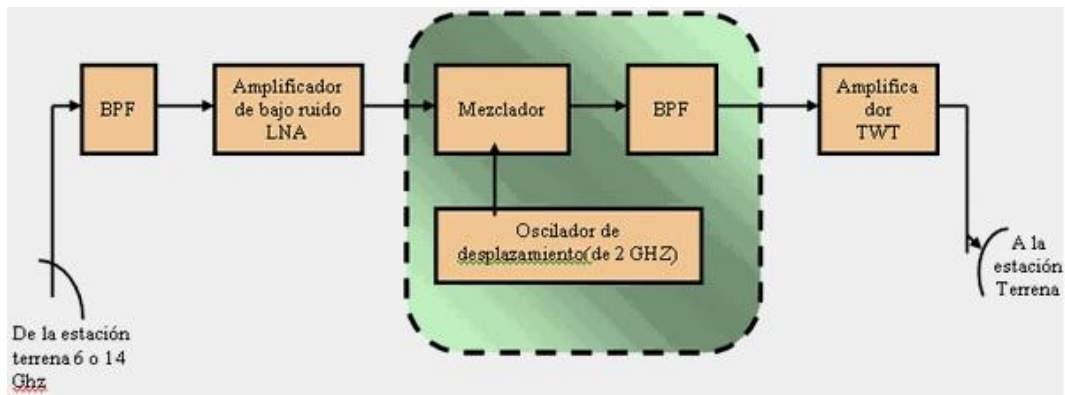


Fig. 6 Transponder del Satélite

(Fuente: [www.monografias.com/trabajos29/redes-satelitales/redes-satelitales](http://www.monografias.com/trabajos29/redes-satelitales/redes-satelitales))

### 2.2.3 Modelo de Bajada

Un receptor de estación terrena incluye un BPF de entrada, un LNA y un convertidor de RF a IF. Nuevamente, el BPF limita la potencia del ruido de entrada al LNA. El LNA es un dispositivo altamente sensible, con poco ruido, tal como un amplificador de diodo túnel o un amplificador paramétrico. El convertidor de RF a IF es una combinación de filtro mezclador/ pasa-bandas que convierte la señal de RF recibida a una frecuencia de IF.

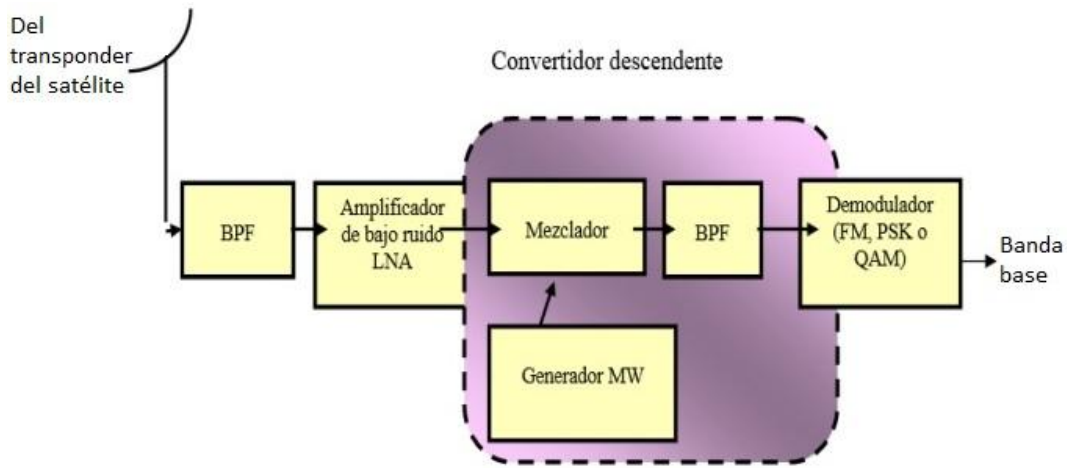


Fig. 7 Modelo de Bajada del Satélite

(fuente: [www.monografias.com/trabajos29/redes-satelitales/redes-satelitales](http://www.monografias.com/trabajos29/redes-satelitales/redes-satelitales) )

## 2.2.4 Enlaces Cruzados

Ocasionalmente, hay una aplicación en donde es necesario comunicarse entre satélites. Esto se realiza usando enlaces cruzados entre satélite o enlace Intersatelital (ISL), mostrados en la figura 6.

Una desventaja de usar un ISL es que el transmisor y receptor son enviados ambos al espacio. Consecuentemente, la potencia de salida del transmisor y la sensibilidad de entrada del receptor se limitan.

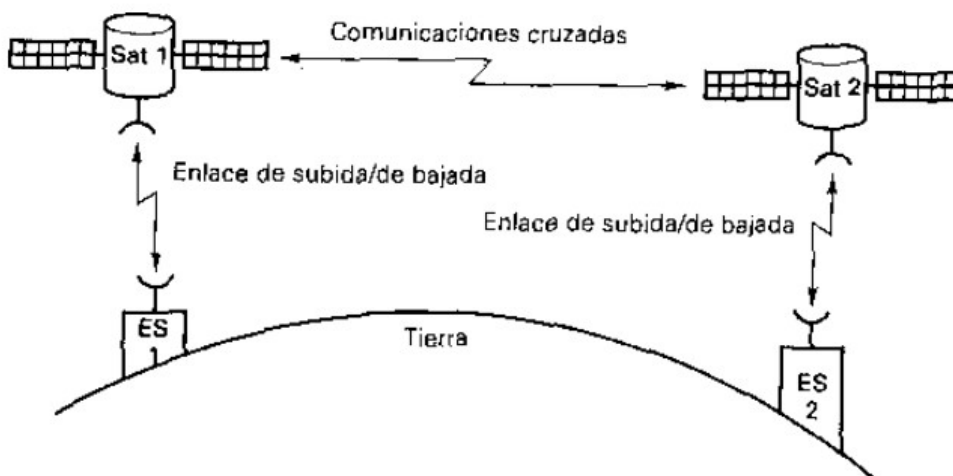


Fig. 8 Enlace Intersatelital

(fuente: <http://interredespedrorojas.blogspot.com/p/redes-satelitales.html>)

## 2.3 Órbitas

Los satélites asíncronos giran en torno a la Tierra en orbitas elípticas o circulares. En una órbita circular, la velocidad de rotación es constante; sin embargo, en órbitas elípticas la velocidad depende de la altura del satélite sobre la Tierra. Es mayor cuando el satélite está cerca de la tierra que cuando está más lejos.

La órbita es la trayectoria que describe con relación a un sistema de referencia especificado, el centro de gravedad de un satélite o de otro objeto espacial, por la acción principal de fuerzas naturales, fundamentalmente las de gravitación.

Las órbitas de los satélites artificiales se clasifican de acuerdo:

- Su distancia respecto de la superficie de la Tierra (geosíncrona, geoestacionaria, de baja altura, de media altura y excéntricas).
- Su plano orbital con respecto al Ecuador (ecuatorial, inclinada y polar).
- La trayectoria orbital que describen (circular y elíptica).

### 2.3.1 Órbita Geosíncrona

Se denomina así a aquella órbita que tiene la característica de ser circular y donde los satélites cumplen una circunvolución completa alrededor de la Tierra en un día sideral.

### 2.3.2 Órbita Geoestacionaria (GEO)

Es la órbita de los satélites geoestacionarios se denomina así a aquella órbita que tiene la característica de ser geosíncrona, se encuentra en el plano del ecuador (inclinación de cero grados) y además es una órbita progresiva (el satélite se desplaza en el mismo sentido en el cual rota la Tierra). Se encuentra situada aproximadamente a 35.786 Km de altura. Con lo cual cualquier objeto que se coloque en algún punto de la misma parece estar inmóvil respecto de la Tierra.

Es importante resaltar que este círculo virtual es único y tiene una capacidad para un número limitado de satélites.

### **2.3.3 Órbitas terrestres de baja altura (LEO)**

Se encuentran comprendidas en el rango de altitud 500 Km a 1.500 Km, entre las llamadas región de densidad atmosférica constante y la región de los cinturones de Van Allen. Los satélites de órbita baja son muy utilizados en sistemas de comunicaciones móviles.

### **2.3.4 Órbitas terrestres de media altura (MEO)**

Se encuentran comprendidas en el rango de altitud 8.000 Km a 18.000 Km. Los satélites de órbita media son muy usados también en las comunicaciones móviles.

Inclinación de una órbita (de un satélite de la Tierra): Ángulo determinado por el plano que contiene una órbita y el plano del ecuador terrestre medido en grados entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$  y en sentido anti horario desde el plano ecuatorial de la Tierra en el nodo ascendente de la órbita.

#### **2.3.4.1 Órbitas polares**

En esta órbita el satélite sigue un plano paralelo al eje de rotación de la tierra pasando sobre los polos y perpendicular al ecuador.

#### **2.3.4.2 Órbitas circulares**

Se dice que un satélite posee una órbita circular si su movimiento alrededor de la tierra es precisamente una trayectoria circular.

#### **2.3.4.3 Órbitas elípticas**

Un satélite posee una órbita elíptica si su movimiento alrededor de la tierra es precisamente una trayectoria elíptica. Este tipo de órbita posee un perigeo y un apogeo.



Fig. 9 Órbita Polar y Geoestacionaria

## 2.4 Configuraciones de una red VSAT

Las configuraciones típicas para una red VSAT son:

### 2.4.1 Configuración red en estrella

Consta de una estación terrena central conocida como HUB y un número determinado de estaciones VSAT, el HUB realiza el control, monitoreo y comunicación de las estaciones.

Se habla de redes estrella bidireccionales cuando las aplicaciones requieren que se comuniquen los VSAT con el HUB y viceversa (existen tanto inbounds como outbounds).

En las redes estrella unidireccional sólo hay comunicación desde el HUB hacia los VSAT's.

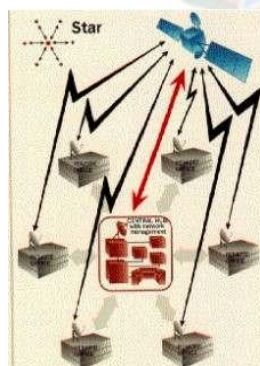


Fig. 10 Red en Estrella (Fuente: [www.teltelematica.freesevers.com/VSAT.htm](http://www.teltelematica.freesevers.com/VSAT.htm) )

El enlace inbound es el que va desde el HUB hacia los terminales VSAT pasando por el Satélite y el enlace outbound va desde los terminales VSAT hacia el Satélite y de ahí al HUB. Distinguiendo entre enlace de subida y enlace de bajada sumando así cuatro tipos de enlaces:

- Enlace Inbound de subida. VSAT → Satélite
- Enlace Inbound de bajada. Satélite → HUB
- Enlace Outbound de subida. HUB → Satélite
- Enlace Outbound de bajada. Satélite → VSAT

El uso de satélites geoestacionarios impone las siguientes limitaciones:

- Atenuaciones del orden de 200 dB en salto de satélite.
- Potencia de emisión del satélite limitada a algunos Watts.

Por el hecho de tener terminales remotas con antenas de dimensiones reducidas y receptores con una sensibilidad limitada los enlaces directos entre VSATs no cumplen unos mínimos requisitos de calidad por lo que se necesita una estación terrena (HUB) que actúe de retransmisor.

#### **2.4.2. Configuración red en Malla**

Cuando todos los terminales VSATs pueden establecer conexión con otro terminal a través del satélite hablamos de una red en malla, donde aumenta el tamaño de las antenas y la sensibilidad de los receptores es mayor. En este tipo de red una de las estaciones VSAT realiza las funciones de centro de control, encargándose de la administración y asignación de los canales de transmisión.

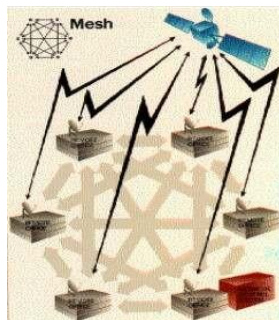


Fig. 11 Red en Malla (Fuente: [www.teltelematica.freesevers.com/VSAT.htm](http://www.teltelematica.freesevers.com/VSAT.htm))



### **2.4.3 Configuración red USAT**

La tecnología más evolucionada de las VSAT utiliza antenas más pequeñas (de menos de 1 m de diámetro) y tecnología altamente integrada para permitir el acceso a bajo costo a la red VSAT. Las USAT (VSAT de menos de un metro) operan en red en estrella y requieren una Estación Terrena Maestra (HUB). Generalmente se usan las técnicas de espectro ensanchado aun dentro de la banda Ku para reducir la interferencia potencial.

Naturalmente con una red en estrella bidireccional se puede implementar una red en malla pura, pero con el problema del retardo (0,5 seg. debido al inevitable doble salto mientras que en una red en malla pura sería sólo de 0,25 seg.).

La más usada es la red en estrella bidireccional. La configuración en malla no es demasiado usada debido a la necesidad de mejores VSATs con lo que se pierde la principal ventaja de las redes VSAT. Existen redes VSAT en malla usando banda Ka, pero a nivel de investigación (ésta banda permite al ser de una frecuencia mayor obtener mayor potencia recibida a igualdad de tamaños de antena).

## **2.5 Aspectos técnicos de las redes VSAT**

### **2.5.1 Estación HUB**

El HUB tiene la particularidad de tener una antena más grande que las estaciones VSAT, típicamente de 4 a 10 metros y maneja más potencia de emisión – PIRE. Habitualmente el HUB está situado en la sede central de la empresa que usa la red o en su centro de cálculo.

Este punto es el que supone un mayor desembolso para una empresa por lo que se tiene la posibilidad de tener el HUB en propiedad o alquilado.

En la estación de Amachuma de la ciudad de El Alto el HUB del Satélite Tupac Katari es de propiedad de la ABE (Agencia Boliviana Espacial).

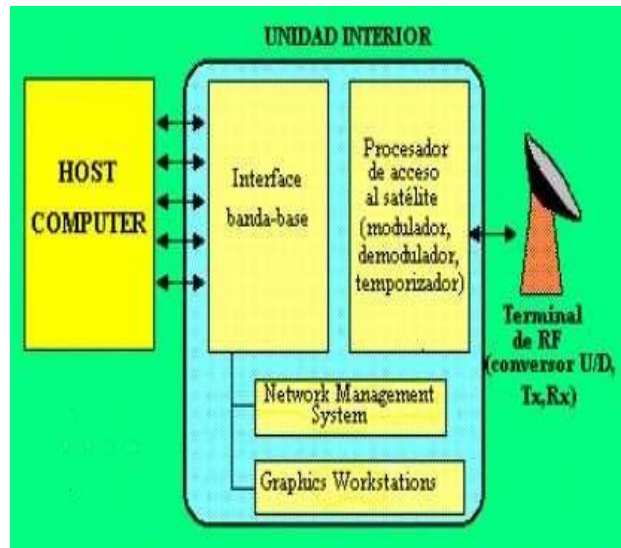


Fig. 12 Diagrama de bloques de una estación HUB ( Fuente: [www.teltelematica.freesevers.com/VSAT.htm](http://www.teltelematica.freesevers.com/VSAT.htm) )

El HUB está compuesto básicamente de tres partes:

#### 2.5.1.1 Unidad de RF del HUB

La unidad de RF (Radio Frecuencia) se encarga de transmitir y recibir las señales. Su diagrama de bloques completo sería similar al de la ODU de terminal VSAT.

#### 2.5.1.2 Unidad Interna del HUB

A diferencia de la IDU del VSAT, esta unidad puede estar conectada a la computadora como parte del HUB que se encarga de administrar la red corporativa. Esta conexión puede ser directa o bien a través de una red pública conmutada o una línea privada dependiendo de si el HUB es propio o compartido.

#### 2.5.1.3 Sistema de Monitoreo de RED (NMS)

Desde el HUB se monitoriza toda la red de VSATs. De ello se ocupa el NMS. El NMS es un computador o estación de trabajo que realiza diversas tareas de gestión:

- Configurar la red (puede desearse funcionar como una red de broadcast, estrella o malla).
- Control y alarma.
- Monitorización de tráfico.

- Control de los terminales.
- Habilitación y des-habilitación de terminales existentes.
- Inclusión de nuevos terminales.
- Actualización del software de red de los terminales.
- Inventario de los terminales.

La calidad del servicio del NMS hacia las necesidades del usuario hará que tenga éxito la instalación de una estación remota VSAT.

## 2.5.2 Estaciones Terrenas

Una estación terrena es la encargada de controlar la recepción con el satélite y desde el satélite, regula la interconexión entre terminales VSAT, administra los canales de salida, codifica los datos y administra la velocidad de transferencia asignada.

Diagrama de bloques de una estación terrena.

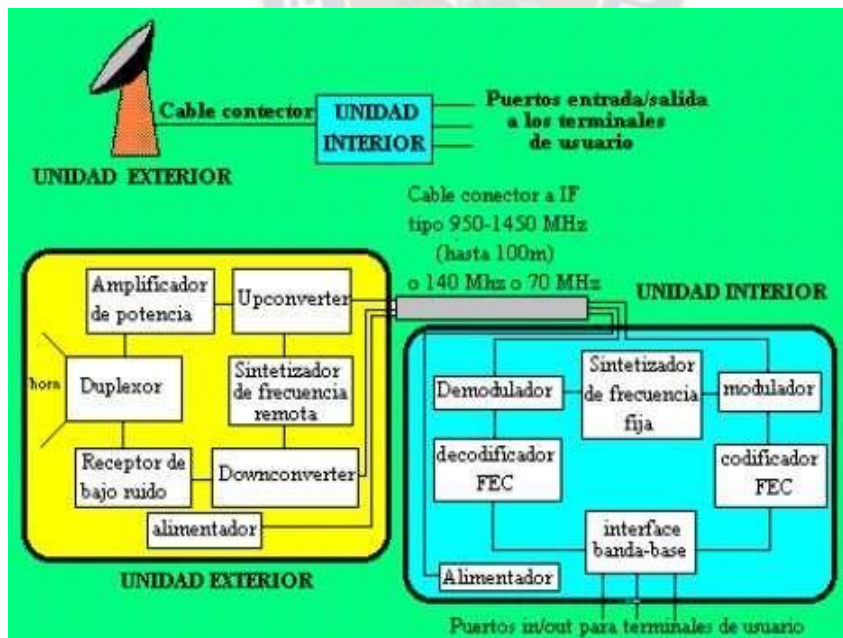


Fig. 13 Bloques Estación Terrena ([www.teltelematica.freesservers.com/VSAT.htm](http://www.teltelematica.freesservers.com/VSAT.htm))

## **2.6 Composición de una VSAT**

La composición de una estación VSAT está da por:

- La Unidad Exterior (Outdoor Unit, ODU), que es el interfaz entre satélite y VSAT.
- La Unidad Interior (Indoor Unit, IDU), que es el interfaz entre el VSAT y el terminal de usuario o LAN.

### **2.6.1 La Unidad Exterior (ODU)**

La ODU se compone de una antena (reflector), un alimentador (Feed Horn), el LNB, BUC y toda la ferretería de montaje (soporte de antena, canister, etc.).

Consta de diversos subsistemas, estos incluyen los amplificadores de bajo ruido (LNA) y los convertidores up-down para la amplificación y recepción, convirtiendo la señal en ambos sentidos respectivamente.

Los LNA se diseñan para reducir al mínimo el ruido agregado a la señal durante esta primera etapa del convertidor, el ruido de esta etapa determina el funcionamiento total del ruido de la unidad.

Parte del ODU también son los amplificadores de potencia (HPA).

Los HPA amplifican la señal antes de transmitirse al alimentador, y se extienden de 1 a 40 watts de potencia.

### **2.6.2 Unidad Interior (IDU)**

La IDU se compone del Modem Satelital (Router) que es el elemento más importante de la estación VSAT.

Es una interfaz para los terminales de usuario y contiene moduladores que sobreponen la señal de tráfico de usuario en una señal portadora, esta entonces, se envía a la unidad exterior para la conversión-up, la amplificación y la transmisión. Existen demoduladores que reciben la señal de la ODU en rangos de la FI y la demodulan para segregar la señal portadora de tráfico de usuario.

Los parámetros necesarios para especificar a la IDU son:

- Número de puertos.
- Tipo de los puertos: Mecánicos, eléctricos, funcionales o de procedimiento. Esto es frecuentemente especificado por referencias o estándares.
- Velocidad de los puertos: Es la máxima velocidad (bps) del flujo de datos entre el terminal de usuario y la unidad interior de VSAT en un puerto dado.

## **2.7 Componentes de una estación VSAT**

Examinaremos los componentes de una estación VSAT.

### **2.7.1 Antena Satelital**

La antena satelital para los sistemas VSAT generalmente tienen un diámetro que va desde 0.90, 1.2, 1.8, 2.4 y 3.8 metros de diámetro para terminales y en el lado de las estaciones de control desde los 4 hasta los 13 metros. Son las encargadas de la recepción y transmisión de señales hacia y desde el Satélite. Algunas antenas tienen una compensación de elevación, llamada "offset ". Toda la información relacionada a la antena se encuentra en el manual que otorga el fabricante.

### **2.7.2 Soporte de Antena**

Como indica su nombre es donde está soportado toda la estructura de la antena. Tiene la forma de un soporte que cuenta con una barra vertical y sobre ésta dos fierros en forma de brazos perpendiculares.



Fig. 14 Soporte de Antena (Fuente: Material de Visión Mundial – año 2009)

### **2.7.3 Canister**

Está alojada en el tubo soporte. Es parte del conjunto del posicionador hacia la dirección de azimut deseada.



Fig. 15 Canister de diferentes diámetros (Fuente: Material de Visión Mundial – año 2009)

### **2.7.4 Soporte de Feed**

Es una barra metálica rectangular galvanizado que sirve para soportar al Feed Horn.

### **2.7.5 Brazos de antena**

Son dos barras metálicas circulares que juntamente con el soporte de Feed sirven para albergar al Feed Horn.

### **2.7.6 Feed**

El feed es parte de la cadena de recepción y transmisión de la VSAT.

La alimentación está compuesta por el Feed Horn, se compone de la bocina de alimentación OMT, el filtro de rechazo de transmisión TRF que está incorporado o debe agregarse en el extremo receptor de la OMT, la guía de onda y el tubo circular para la polarización.

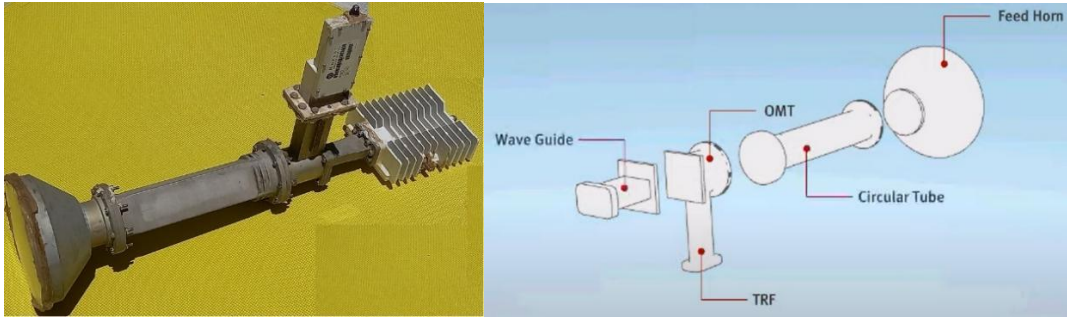


Fig. 16 Feed Horn, LNB y BUC (Fuente: Material de Visión Mundial – año 2009)

## 2.7.7 Tipos de polarización

La polarización de la antena se refiere a la orientación del campo eléctrico radiado desde ésta respecto a una superficie reflectora.

### 2.7.7.1 Polarización lineal

En un confinamiento del vector del campo eléctrico o vector del campo magnético a un plano dado a lo largo de la dirección de propagación.

### 2.7.7.2 Polarización Circular

Es una polarización en la que el campo eléctrico de la onda de paso no cambia la fuerza, sino solo de dirección de una manera rotativa.

### 2.7.7.3 Polarización Elíptica

El vector campo eléctrico gira, pero su amplitud no es constante teniendo una dirección que es máxima y otra que es mínima siendo una relación de amplitudes.

## 2.7.8 LNB (Low Noise Block)

El LNB provee amplificación de bajo ruido y conversión desde banda Ku o C a banda L.

Es un componente de la parte del sistema de recepción, tiene la función de recibir señales de microondas de muy baja intensidad de potencia provenientes del satélite para amplificarlas luego llevarlas a la banda de frecuencia intermedia (IF) finalmente enviarlas hacia el resto del sistema de recepción.



Modelo: 8215 - 8525  
Made in Korea  
Banca: C  
Input: 3,4 – 4,2 GHz  
Lo Freq.: 5,15 GHz  
Stability: +/- 500 KHz  
Temp: 25 K  
Gain: 60 dB

Fig. 17 LNB (Fuente: Material de Visión Mundial – año 2009)

### 2.7.9 BUC (Block Up Converter)

El BUC es el transmisor en una estación Vsat. Se compone de dos componentes que son el oscilador local y el amplificador de potencia de transmisión. En la imagen se tiene los parámetros de un modelo de BUC: NJT5669F.



Made in Japan  
Modelo: NJT5669F  
Banca: C  
Potencia: 5 W  
Frec. Loc.: 4,90 GHz  
Output: 5,85 – 6,425 GHz  
Dc Input: +15V a +30V  
Caution: 10 dBm max

Fig. 18 BUC (Fuente: Material de Visión Mundial – año 2009)

### 3.7.10 Modem Satelital

En el mercado existen de diferentes marcas y modelos de Módems o Router Satelitales.

Se tiene la imagen de un Router iDirect 3000 series diseñado para clientes de pequeña y medianas empresas que ofrece acceso de ancho de banda en bajada hasta 18 Mbps y subida de 4.2 Mbps. Capaz de admitir aplicaciones basadas en protocolos de internet (IP), incluidas VoIP y video básico.



Para el montaje de los módems satelitales se requiere un Rack y colocarlo en un bastidor con un espacio de al menos 3U para contar con ventilación y no exista sobrecalentamiento del equipo.



Fig. 19 Modem Satelital (Fuente: Material de Visión Mundial – año 2009)

### 2.7.11 Cables coaxiales

Los cables coaxiales para la conexión entre el modem satelital con el BUC y el LNB es de 75 ohms de impedancia, típicamente son los cables RG6 o RG11.



## CAPITULO III

### DESARROLLO DE LA GUIA DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y TRASLADO DE UNA ESTACIÓN VSAT

La guía propuesta está compuesta por las siguientes partes:

- Requerimientos administrativos
- Guía de Instalación de una estación VSAT
- Guía de Mantenimiento Preventivo de una Estación VSAT
- Guía de Mantenimiento Correctivo de una Estación VSAT
- Guía de traslado de una Estación VSAT

#### 3.1 REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

Los requerimientos administrativos contemplan las etapas de planificación para intervenir en las estaciones VSAT. Se consideran actividades logísticas, de transporte y de equipamiento necesario. También la organización de Recursos Humanos de jerarquía gerencial, de jefatura y profesional técnico.

Se tiene la estructura orgánica resumida de la ONG Visión Mundial Bolivia, ubicada en la Av. Hernando Siles N° 6023 de la ciudad de La Paz:

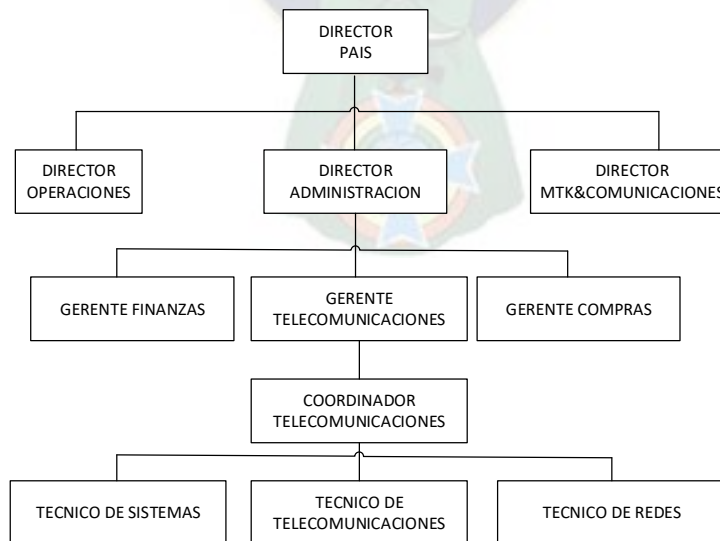


Fig. 20 Diagrama de la estructura orgánica de la ONG Visión Mundial Bolivia

Los gerentes son los encargados de aprobar las órdenes de trabajo. Los coordinadores son los que planifican las ordenes de trabajo y finalmente los técnicos son los encargados de ejecutar dichas órdenes de trabajo.

### **3.1.1 Cronograma de trabajo de una estación VSAT**

Todas las instalaciones, traslados y mantenimientos de las estaciones VSAT deberán contar con un cronograma de trabajo aprobado por la autoridad que está a cargo de toda la infraestructura de telecomunicaciones que aquí en adelante nosotros lo denominaremos Gerente de Telecomunicaciones y la parte operativa encargada de ejecutar las órdenes de trabajo en sitio se denominarán Técnicos de Telecomunicaciones. El coordinador de telecomunicaciones será el inmediato superior de los Técnicos de Telecomunicaciones.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### **3.1.2 Actividades para intervenir el sitio VSAT**

En los casos de instalación, traslado y mantenimientos el personal designado deberá efectuar las siguientes actividades:

- Imprimir el formulario de instalación, traslado o mantenimiento, según el caso.
- Preparar ropa de trabajo.
- Solicitar a la unidad de Finanzas el requerimiento de fondos (viatico, caja chica, vales para gasolina, etc.).
- Preparar los siguientes documentos:
  - Credencial de la empresa.
  - Carnet de seguro médico.
  - Carnet de vacunas.
  - Licencia de conducir por lo menos categoría A.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.1.3 Herramientas y equipos

Solicitar un kit de herramientas, repuestos, equipos nuevos según sea el tipo de intervención a realizar:

- Para una instalación de un nuevo sitio se debe solicitar todos los equipos nuevos.
- Para un traslado de una estación Vsat percatarse el traslado de todos los equipos y accesorios al nuevo sitio.
- En caso de los mantenimientos contar con repuestos necesarios para el cambio si corresponde.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.1.4 Transporte para trasladarse al sitio

Solicitar la asignación de una movilidad, en lo posible con comunicación de radio HF (para localidades donde la cobertura de celular es nula):

- Revisar de la movilidad el estado de las llantas, niveles de aceite y agua si corresponde, kilometraje inicial al partir y el kilometraje final al retorno.
- Al retorno de la Instalación, traslado o Mantenimiento de la estación Vsat revisar y ordenar todo el kit de herramientas y/o instrumentos en sus respectivos embalajes.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.1.5 Rendición de gastos financieros

El personal designado deberá efectuar la rendición de gastos por transporte (gasolina del vehículo si corresponde), viáticos (alimentación y hospedaje), caja chica según corresponda a la unidad de Finanzas.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de

Telecomunicaciones.

### **3.1.6 Diagnóstico Preliminar**

Obtener un diagnóstico preliminar de los sitios a intervenir significa contar con información del estado de la estación VSAT, para este cometido se deberá comunicar con el personal en sitio como el encargado o por último si hubiese un personal de seguridad o portero.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de telecomunicaciones.

### **3.1.7 Terminales Críticas**

En el caso de mantenimiento correctivo determinar las terminales críticas, en ese orden atender y solicitar repuestos si no se contara con repuestos será cancelada dicha intervención por falta de repuestos.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### **3.1.8 Estado de los repuestos**

Verificar el estado de funcionamiento del repuesto asignado realizando pruebas en el HUB o en el sitio remoto más cercano de la ubicación del personal técnico, si no cumpliera el repuesto con las especificaciones técnicas requeridas deberá ser devuelto y solicitar nuevamente otro repuesto.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

## **3.2 GUÍA DE INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN VSAT**

### **3.2.1 Formulario de Información del sitio (Site Survey)**

Al llegar al sitio donde se planifica la instalación de la Antena Vsat contactar con el representante, dueño del lugar o encargado responsable del sitio. El formulario tiene

por objetivo saber el estado actual del sitio y contener la siguiente información mínima:

- Nombre del encargado o empresa que realizó el llenado del formulario.
- Coordenadas geográficas del sitio, latitud y longitud.

La longitud geográfica es el ángulo en el plano ecuatorial, entre el meridiano de referencia (Meridiano de Greenwich) y el meridiano de la ubicación.

La latitud geográfica es el ángulo vertical entre la ubicación de la estación VSAT y el plano del ecuador, con valores positivos hacia el polo norte y valores negativos hacia el polo sur.

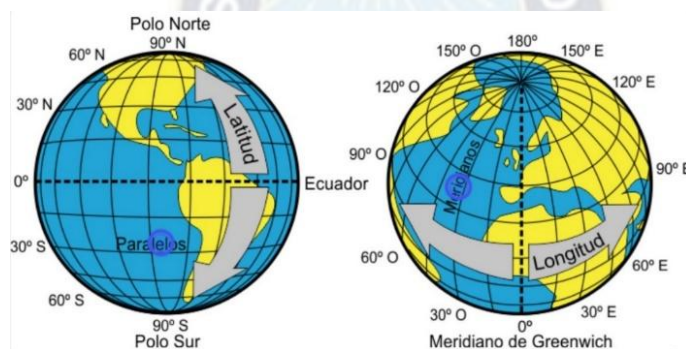


Fig. 21 Latitud y Longitud

- Localizar el mejor lugar para instalar la antena. Podría ser sobre tierra, anclada a un muro, sobre un edificio.
- Informar de posibles obstrucciones o interferencias que puedan degradar las señales de transmisión y recepción como ser: Las montañas, edificios, árboles, transmisores de radio frecuencia, líneas de alta tensión.
- Energía eléctrica disponible: Voltaje y frecuencia.
- Espacio para colocar los equipos internos: Modem, switch.
- Logística de transporte para que los equipos como la antena puedan llegar al lugar de instalación. Debe ser almacenado antes de ser instalado.
- Métodos de comunicación disponibles y confiables en el sitio de instalación.

- Información gráfica de la orientación del edificio o lugar de localización de la antena, recorrido de cables, diagramas y fotografías.
- Contemplar el terreno (rocoso, arenoso, vegetación, etc.) y ubicar el lugar para el sistema de aterramiento.

En el sitio se deberá determinar su óptima ubicación ya que de la misma dependerá la futura estación satelital.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.



Fig. 22 Sitio para antena satelital (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2008)

### 3.2.2 Ángulos de Vista

Con los datos obtenidos por el instrumento GPS de la posición geográfica de latitud y longitud del sitio se calcula los ángulos de azimut y elevación con fórmulas o apoyados en portales web ubicando al satélite donde se apuntará la antena.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

#### 3.2.2.1 Ángulo de Azimut

Definido como el ángulo de apuntamiento horizontal de una antena, tomando como referencia al norte geográfico (cero grados) en sentido de las agujas del reloj. Si continuamos girando en el sentido horario llegaremos a los 90° hacia el este. Hacia el sur tendremos los 180°, hacia el oeste los 270° y continuando llegaremos al punto 360° azimut que es también los 0° del norte.

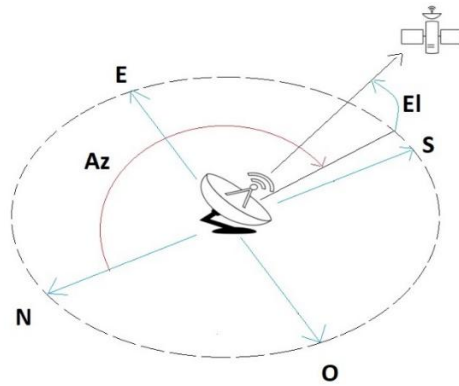


Fig. 23 Ángulos de apuntamiento

Calculamos el ángulo:

$$Az' = \arctg \left[ \frac{\tan \Delta L}{\sin l} \right]$$

Para calcular el ángulo de azimut tomando en cuenta la localización de la estación VSAT con relación al satélite se utiliza la fórmula:

$Az = 180^\circ - Az'$  Estación VSAT en el hemisferio norte y al oeste del satélite.

$Az = 180^\circ + Az'$  Estación VSAT en el hemisferio norte y al este del satélite.

$Az = Az'$  Estación VSAT en el hemisferio sur y al oeste del satélite.

$Az = 360^\circ - Az'$  Estación VSAT en el hemisferio sur y al este del satélite.

### 3.2.2.2 Ángulo de Elevación

Representa la apertura entre el plano horizontal y la señal electromagnética radiada de la antena. También es el ángulo resultante al trazar un triángulo entre el punto donde se encuentra el tubo soporte, el horizonte y el satélite.

Para calcular el ángulo de elevación de manera práctica se utiliza la fórmula:

$$El = \arctg \left\{ \frac{(\cos l)(\cos \Delta L) - \frac{R_e}{H}}{\sin[\arccos(\cos l \cos \Delta L)]} \right\}$$



$I$  = Latitud de la estación terrena

$\Delta L$  = Longitud del satélite – Longitud de la estación terrena

$R_e$  = radio de la Tierra = 6.378 Km

$H$  = Radio de la órbita geoestacionaria = 42.164 Km

### 3.2.3 Tubo soporte y cimiento

Realizar una estructura de cemento para empotrar el tubo galvanizado y dependiendo del kit de antena existen diámetros de canister de 3 hasta 6 pulgadas de diámetro. En ese sentido se tendrá que utilizar el mismo diámetro de tubo. La longitud por lo general de 2 metros será el soporte de la antena preferentemente sobre un suelo estable.

Considerar la velocidad del viento de 130 Km/h para dimensionar la estructura de cemento, el fabricante de la antena proporcionará tablas de las dimensiones de los parámetros  $d$ ,  $A$  y  $L$  en función del diámetro de antena y la velocidad el viento presente en el sitio.

Existirán lugares donde será necesario realizar una estructura vertical de altura considerable liberando las obstrucciones para los ángulos de vista.

Debemos asegurarnos que el tubo soporte de antena esté bien nivelada. Para una antena de 1.8 m de diámetro y canister de 6" considerar lo siguiente:

- Base de concreto sobre tierra, donde parte del tubo ingresará a la superficie. Las dimensiones serán de 80x80x100m (ancho x largo x profundidad).
- En la parte inferior el tubo soporte debe contar con transversales de fierro galvanizado para evitar la rotación o desequilibrio, los mismos serán empotrados en la base de concreto.
- Tomar en cuenta que la distancia máxima entre la antena y los equipos internos debe ser de 25 metros.
- De acuerdo a la gráfica existirá un pretil de 0,15 m sobre la superficie de la tierra.

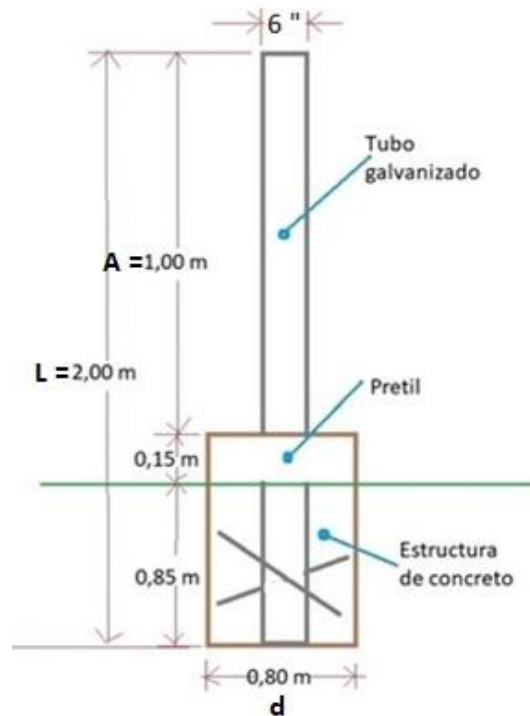


Fig. 24 Medidas de empotrado de tubo (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

- Para el preparado del concreto se utilizará arena corriente (mezcla de arena fina y cascajo) piedras y cemento. Las cantidades será de acuerdo al diámetro de las antenas.
- Para antenas de 1,8 m de diámetro consideramos los siguientes materiales:
  - 3 bolsas de cemento.
  - 6 carretillas de arena corriente
  - 1 carretilla de cascajo
  - Media bolsa de arena fina para realizar la fachada del pretil.
- Dejar secar la estructura de concreto por lo menos unas 24 horas.
- Una vez secado la estructura el tubo soporte estará lista para el colocado de la antena.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.



Fig. 25 Estructura de concreto para tubo (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

### 3.2.4 Armado del Canister

Armar el canister, el posicionador, la varilla de azimut, el perno de rotación para luego colocarlo sobre el tubo soporte de antena.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

#### 3.2.4.1 Varilla de Azimut

Como se muestra en la imagen para armar la varilla de azimut colocar por la parte superior el tornillo de cabeza hexagonal y por la parte inferior las arandelas, arandelas de seguridad y finalmente la tuerca hexagonal de sujeción.

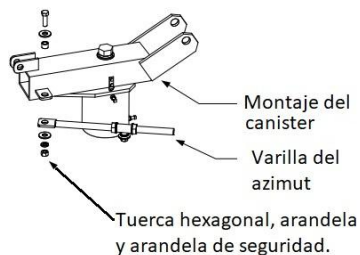


Fig. 26 Varilla de azimut (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2008)

#### 3.2.4.2 Perno de rotación

Aflojar el perno de rotación que se encuentra en la parte superior del posicionador. Girar el canister para que el extremo sobresalido de la placa de canister quede orientada como se muestra en la imagen.

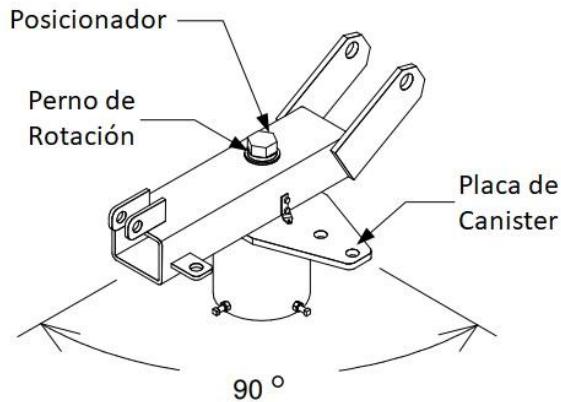


Fig. 27 Perno de rotación del posicionador(Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

### 3.2.4.3 Colocado del canister en el tubo soporte de antena

Ubicar el conjunto del canister aproximadamente hacia el centro del arco orbital del satélite al que requerimos apuntar la antena en un rango de +/- 10 °.

Apretar firmemente los tornillos de ajuste del canister.

Si es necesario se puede conectar y apretar a uno de los tornillos de ajuste del canister el cable de conexión a tierra.

Apretar las contratuercas contra el canister.

Hacia el Satélite (alrededor de +/- 10°)

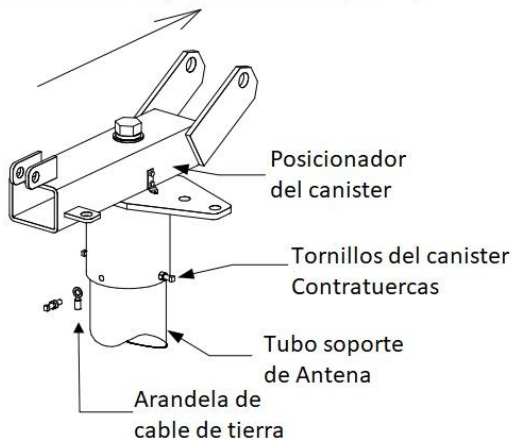


Fig. 28 Canister sobre tubo (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

### 3.2.4.4 Tubo de Azimut

Aflojar las tuercas para permitir el movimiento de la varilla de azimut sobre el tubo de azimut de tal manera que el tubo de azimut se encuentre al medio de la longitud total de la varilla, esto con el fin de realizar movimientos de un extremo a otro para el ajuste en fino del apuntamiento de la antena.

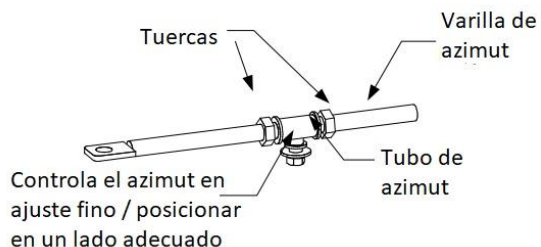


Fig. 29 Tubo de Azimut (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

### 3.2.4.5 Extremo base de placa

Ubicar el orificio del extremo sobresalido de la base de la placa del canister.

Colocar el tubo de azimut en el orificio de la placa del canister y ajustarlo.

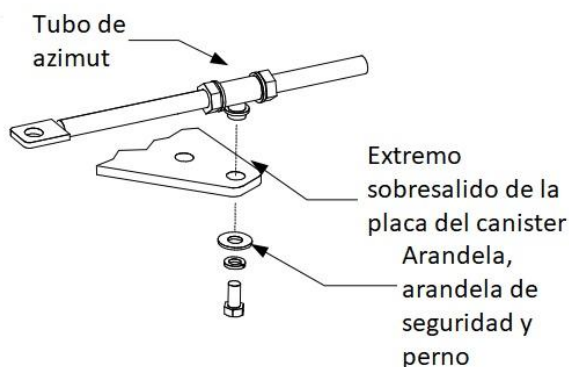


Fig. 30 Tubo azimut sobre orificio de placa (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

### 3.2.4.6 Orificio de la lengüeta

Alinear el orificio de la varilla de azimut y el orificio de la lengüeta del lateral del posicionador. Esta operación se puede realizar girando la varilla de azimut o el posicionador.

Asegure la varilla de azimut con la lengüeta del lateral del posicionador con una llave adecuada.

Finalmente ajustar ligeramente todo el fierro de ajuste de azimut.

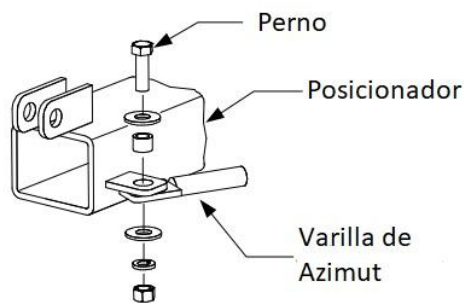


Fig. 31 Orificio de la lengüeta (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

### 3.2.5 Soporte de antena

El armado del soporte de antena involucra partes como: Tubo rectangular, pestañas del posicionador, barra y bloque de elevación y brazos transversales. Primero retire el perno del orificio del tubo rectangular del soporte de la antena. Luego retirar el perno del bloque de ajuste de elevación.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

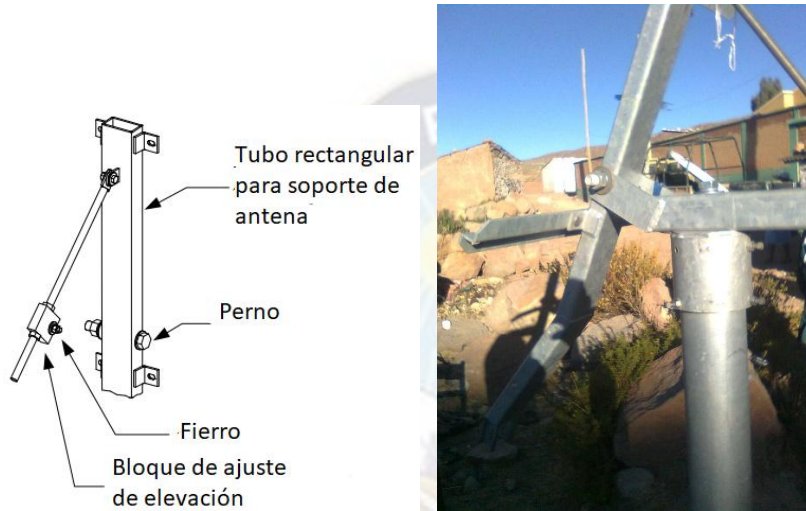


Fig. 32 Soporte de Antena (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

#### 3.2.5.1 Pestañas grandes del posicionador

Colocar el tubo soporte de antena entre las pestañas grandes del posicionador.



Fig. 33 Pestañas largas de posicionador (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

Alinear los orificios de las pestañas con los orificios del tubo de soporte de antena. Asegurar el tubo de soporte de antena al posicionador con el perno y arandela de un extremo y del otro como se muestra en la figura 31.

### 3.2.5.2 Barra de elevación

Aflojar las dos tuercas de la barra de elevación que se encuentran inmobilizando el movimiento del bloque de elevación.

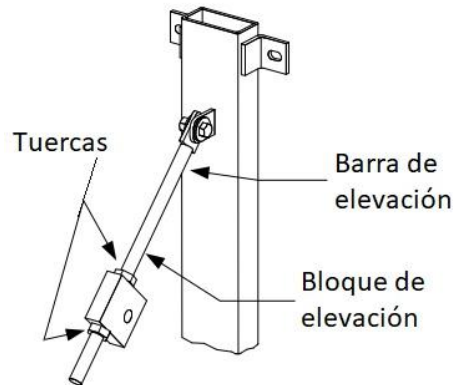


Fig. 34 Barra de elevación (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

Deslice el bloque de elevación hacia abajo por la varilla de elevación y coloque el bloque entre las pestañas pequeñas del posicionador de modo que los orificios tanto del bloque como de las pestañas estén alineados.

### 3.2.5.3 Bloque de elevación

Ajustar el bloque de elevación con el posicionador con perno y tuerca correspondiente. Como referencia se realizó en el paso 3.2.4.6

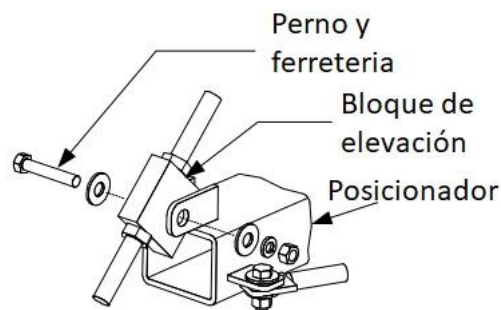


Fig. 35 Bloque de elevación (Fuente: Material de Visión Mundial)

### 3.2.5.4 Brazos transversales

Fijar los brazos transversales y el tubo soporte de antena con la ferretería. No ajustar las tuercas. Tomar nota la orientación de los orificios de montaje de la antena, los orificios más internos en las bridas del brazo transversales estarán en la parte superior e inferior de la antena.

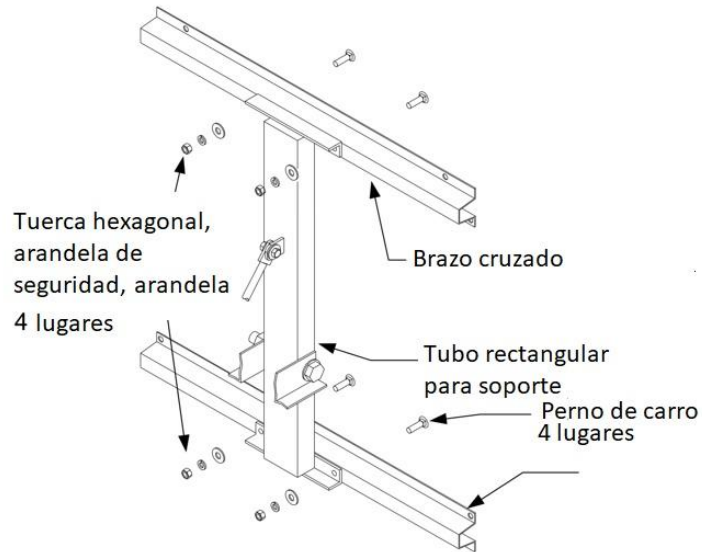


Fig. 36 Brazos transversales (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

### 3.2.5.5 Montado de antena al soporte de antena

Ubicar la parte superior de la antena e inserte los pernos a través de los dos orificios de la parte superior de la parte frontal de la antena, como se muestra en la imagen.

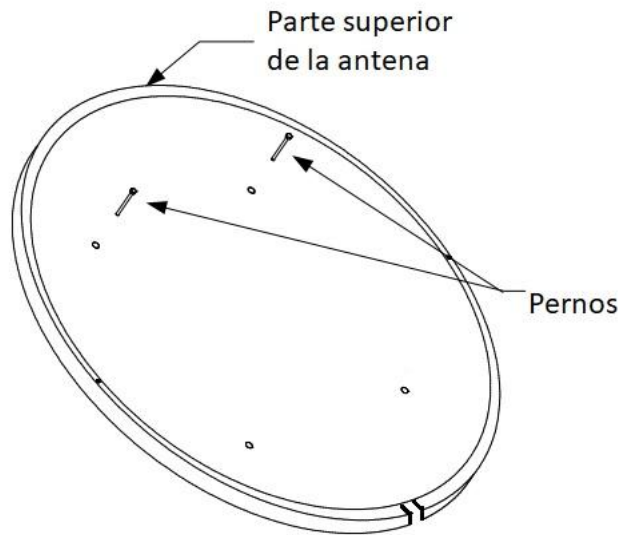


Fig. 37 Antena superior y pernos (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

### 3.2.5.6 Ajuste de antena al soporte de antena

En esta parte del montaje se requerirá el apoyo de dos personas para levantar la antena una de cada lado hasta la altura del soporte de antena.



Colocada la antena de forma que los pernos pasen a través de los dos orificios en el brazo transversal superior.

Inserte los dos pernos a través de los dos orificios en la parte superior de la antena. De igual manera inserte los dos pernos a través de los dos orificios inferiores de la antena.

Colocar a los cuatro pernos la ferretería (tuerca hexagonal, arandela y arandela de presión o seguridad) sin apretar.

Ahora se ajustara toda la ferretería montada en la antena.

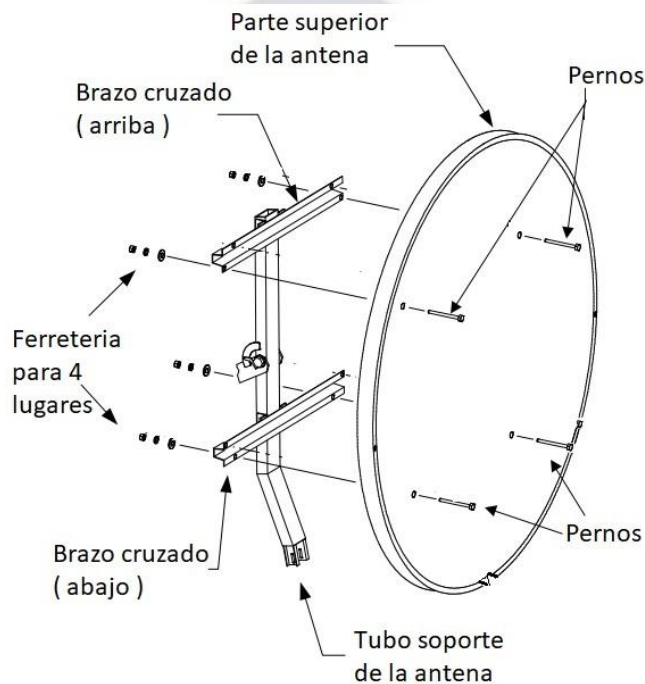


Fig. 38 Ajuste de Antena y soporte (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

### 3.2.6 Ensamblaje del soporte de alimentador (Feed)

Se explica de manera general el montaje del soporte de feed o alimentador. Existen antenas que tienen instrucciones específicas para la instalación del soporte de feed, consultar con el manual del producto adquirido.

Seguir la secuencia de instrucciones en el montaje. No apretar ninguna tuerca a menos que se indique lo contrario.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

#### 3.2.6.1 Varillas del Feed

Colocar las varillas del Feed de la derecha e izquierda de la antena, para sujetar

utilizar tornillo, arandela de presión y la tuerca hexagonal. Ver el detalla del colocado de la ferretería.

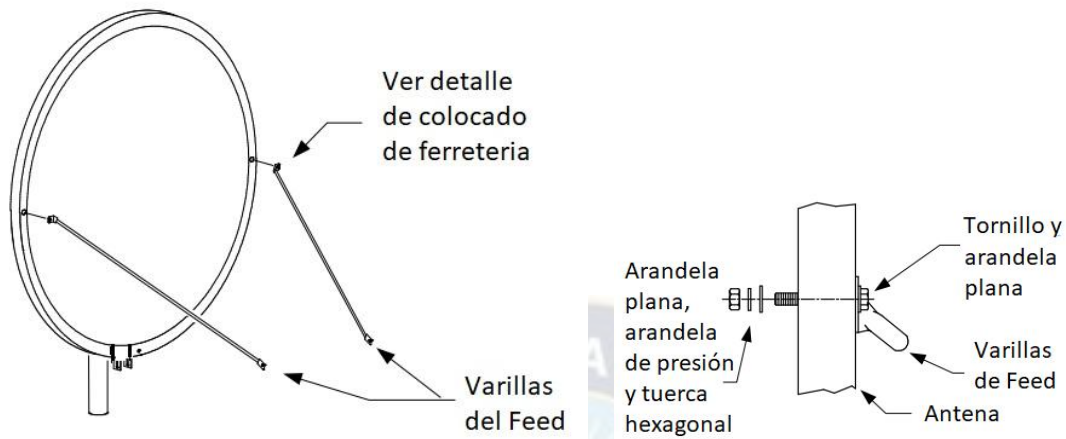


Fig. 39 Varillas de Feed (Fuente: Vision Mundial, año 2009)

### 3.2.6.2 Tubo soporte de Feed

Para conectar el tubo soporte de Feed, se debe introducir al hueco que tiene la antena en la parte inferior. Se muestra en detalle en la imagen.

Montar sin apretar la parte inferior del soporte de Feed en el tubo soporte de antena. Ver el detalle del colocado de la ferretería.

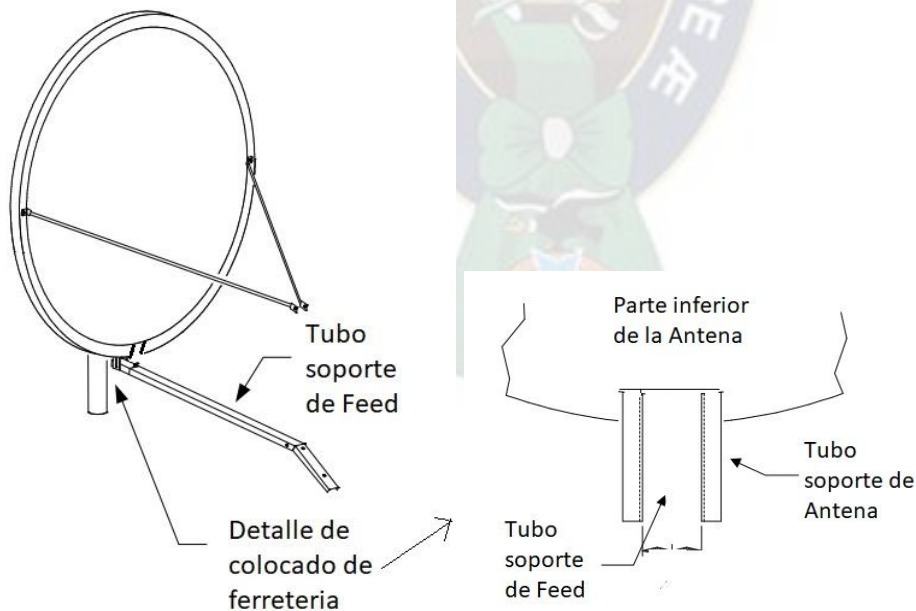




Fig. 40 Tubo y soporte de Feed (Fuente: Vision Mundial, año 2009)

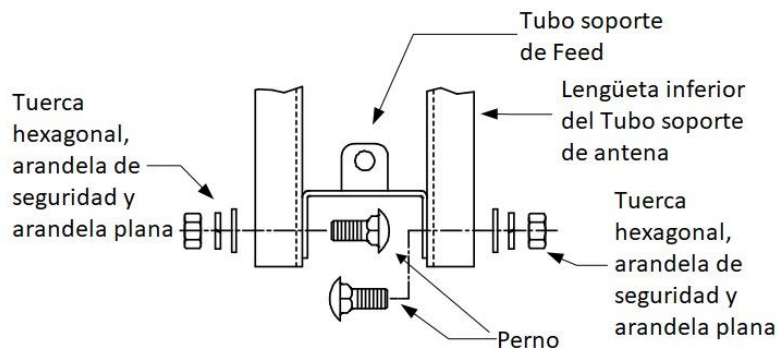


Fig. 41 Posición de colocado de Tubo soporte de Feed y Antena (Fuente: Vision Mundial, año 2009)

### 3.2.6.3 Varilla y soporte de Feed

Ajustar el soporte de Feed en la parte inferior de la antena con tornillo, arandela y su tuerca hexagonal.

Conectar las varillas del feed al extremo del soporte de Feed con tornillo, arandela de presión y tuerca hexagonal.

Apretar los pernos de cabeza redonda a las crucetas de la antena.

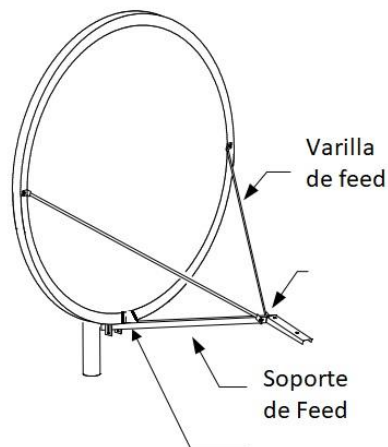


Fig. 42 Varilla y soporte de Feed (Fuente: Vision Mundial, año 2009)

### 3.2.7 Soporte de Feed Horn

Armado e instalación final del soporte de Feed Horn para un sistema en polarización circular de mano derecha (RHCP).



Fig. 43 Soporte de Feed Horn (Fuente: Vision Mundial)

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

#### 3.2.7.1 Armado y montaje de los elementos del Feed Horn

Se describe los elementos que componen de un sistema de polarización circular de mano derecha.

- Bocina de alimentación Feed Horn
- Tubo circular
- Bocina de alimentación OMT.
- Filtro de rechazo de transmisión TRF
- Guía de onda

Fijar el LNB al OMT con sus respectivos tornillos, arandela planas y arandelas de seguridad y tuercas.

Fijar el BUC a la guía de onda con su respectiva ferretería.

Colocar y ajustar el conjunto de Feed en el soporte de Feed, con el cuello del Feed Horn en posición frontal a la antena con sus respectivos pernos, arandelas de seguridad y tuercas hexagonales.

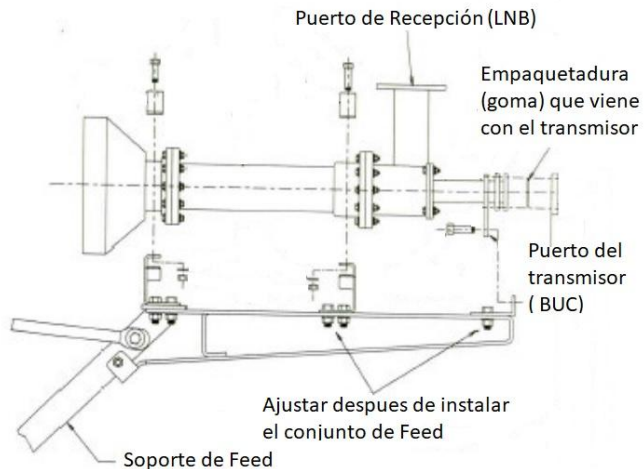


Fig. 44 Elementos de Feed Horn (Fuente: Vision Mundial, año 2009)

### 3.2.8 Alineación de la Antena

Alinear la antena es apuntar en línea recta hacia el satélite. Contar con información de la localización del satélite, los ángulos de inclinación y azimut con los cuales se alineará la antena de la estación VSAT.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.



Fig. 45 Antena montada en estructura de concreto (Fuente: Vision Mundial, año 2009)

### 3.2.9 Localización del satélite

Los satélites de órbitas geoestacionarias están localizados en el cinturón de Clarke, zona del espacio de órbita circular situada a 35.786 km de distancia desde La Tierra.

En la tabla se tiene información básica de dos satélites de estudio.

Nombre	Fabricante	Tipo de Satélite	Posición Orbital	Vehículo de Lanzamiento	Fecha de Lanzamiento
Intelsat 907	Space System Loral	FS-1300	27,5 ° W	Ariane 44L V159	15-02-2003
Tksat-1	China Great Wall Industries Corporation	Comunicaciones	87,2 ° W	Long March CZ-3B/E	20-12-2013

Tabla 2. Información básica de dos Satélites

El 6 de abril de 2020 el transpondedor cambió del Intelsat 907 al Intelsat 901.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

#### 3.2.9.1 Sitios web para localizar el satélite

Con la ayuda de sitios web ([www.dishpointer.com](http://www.dishpointer.com) <https://satbeams.com>) podremos obtener los datos requeridos para la alineación de antena.

En el ejemplo utilizaremos el sitio web de Satbeams.

- Ingresar al sitio del portal web <https://satbeams.com/Footprints>
- Elegir el satélite en estudio, para nuestro ejemplo será el TKSAT-1 en la posición 87°W. En el mapa o recuadro de Bolivia.

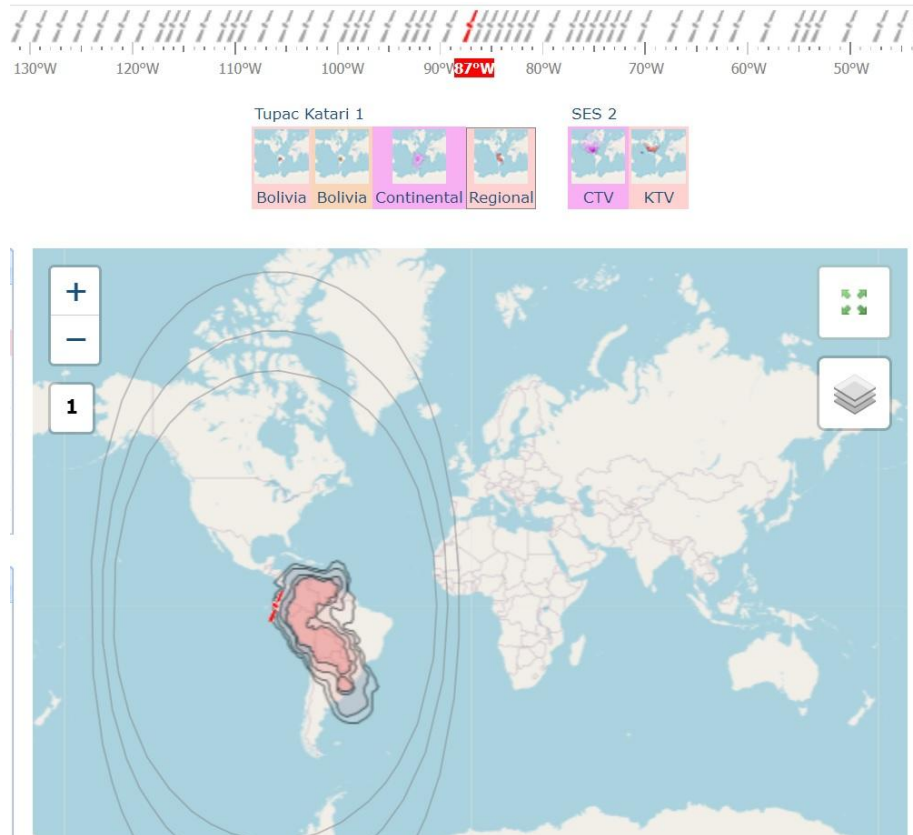


Fig. 46 Mapa de Pisada del satélite TK-SAT-1 (Fuente: web de Satbeams)

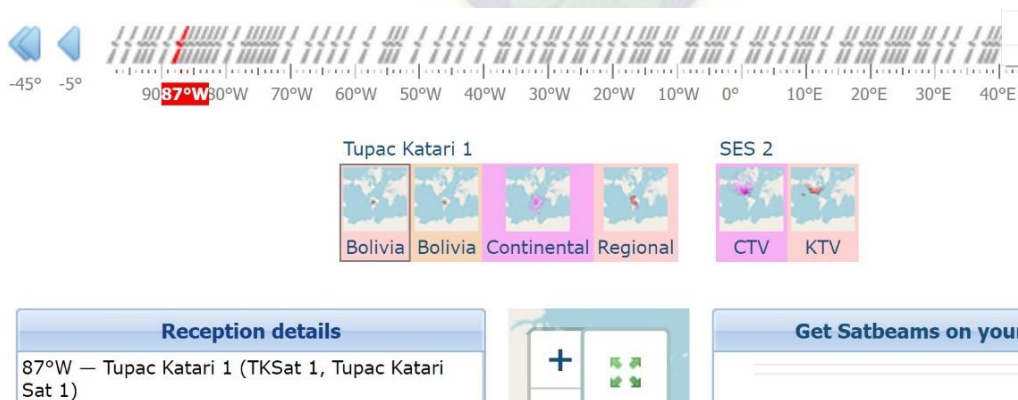


Fig. 47 Elección del satélite TK-SAT-1 (Fuente: web de Satbeams)

- Utilizando en el mapa o recuadro de Bolivia con las opciones de zoom y posición ubicar lo más cerca posible al sitio deseado.

- En la imagen se observa una línea verde que nos indica a donde debemos apuntar nuestra antena en el plano horizontal (ángulo azimut).
- Los valores de ángulos de elevación =  $60,9^\circ$ , azimut =  $309,8^\circ$  e inclinación del LNB =  $-47,5^\circ$  nos servirá para apuntar la antena.

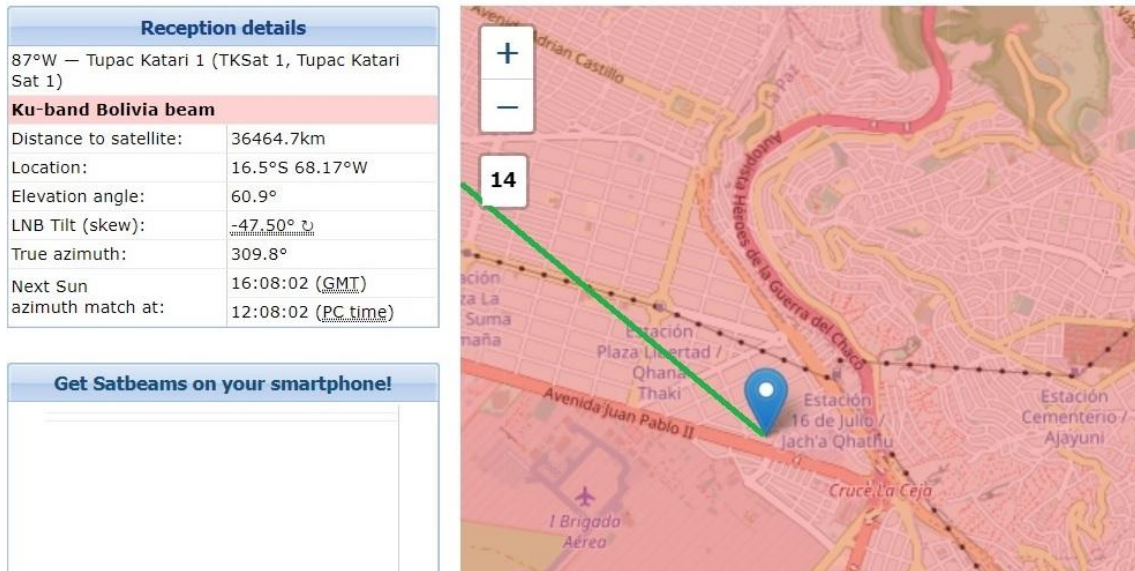


Fig. 48 Valores de Azimut y elevación (Fuente: web de Satbeams)

### 3.2.9.2 Inclinómetro en soporte de Feed

Con los valores obtenidos en el procedimiento “3.2.9.1” de ángulo de elevación y azimut se alineará la antena satelital.

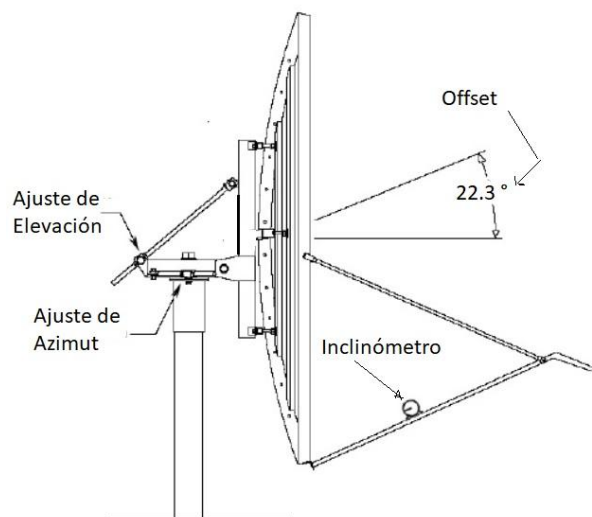


Fig. 49 Inclinómetro en soporte de Feed (Fuente: Material de Visionn Mundial, año 2009)

Ubicado la antena en la posición orbital del satélite, para nuestro caso de



estudio será al satélite Tupac Katari TKSat-1, colocar el Inclinómetro en el soporte de Feed, en lo posible utilizar instrumentos con base imantada.

La antena tiene un desplazamiento (offset) de  $22,3^\circ$  por tanto cuando la apertura es perpendicular al suelo, la antena tiene una elevación de  $22,3^\circ$ .

### 3.2.9.3 Inclinómetro en curvatura del soporte de antena

Colocar el Inclinómetro en la curvatura del soporte de antena, esa superficie compensa el offset de  $22,3^\circ$  de la antena. En esa superficie el inclinómetro nos daría una lectura directa.

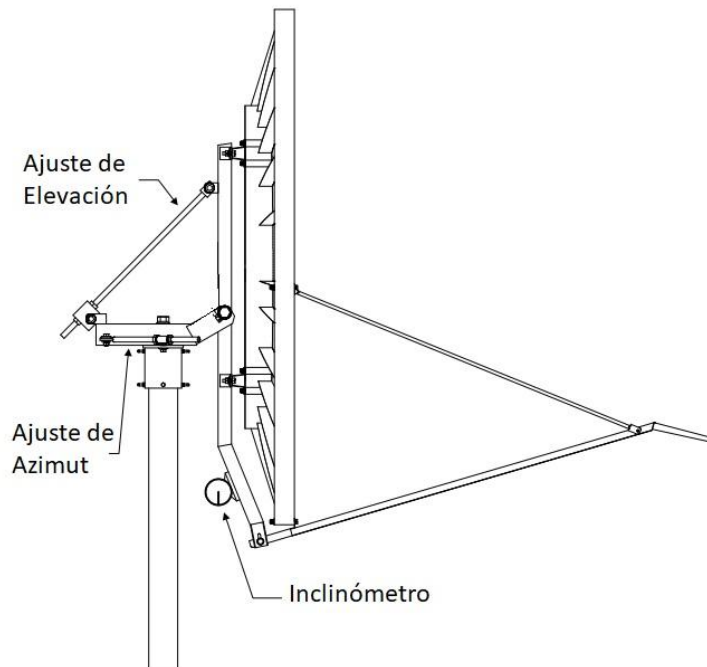


Fig. 50 Inclinómetro en curvatura de soporte de Antena (Fuente: Material de Visionn Mundial)

### 3.2.9.4 Graduar la inclinación

Graduar la inclinación se realizará subiendo o bajando la antena hasta encontrar la elevación deseada girando las tuercas ubicadas en el bloque de elevación.

Girar la tuerca inferior en el sentido de las agujas del reloj para aumentar la elevación y en el sentido contrario para disminuir la elevación.

### 3.2.9.5 Graduar azimut

Graduar el azimut girando las tuercas del tubo de azimut.

Gire la tuerca delantera (la que está cerca a la antena) para disminuir el ángulo de azimut y la tuerca trasera para aumentar el ángulo de azimut.

### **3.2.9.6 Router satelital y antena para apuntamiento**

Realizar el procedimiento de inclinación 3.2.9.4 y azimut 3.2.9.5 hasta contar con una señal buena.

El apuntamiento de la antena se realiza conjuntamente con el Router Satelital que de acuerdo a la marca o modelo tienen aplicaciones donde muestra el nivel de la portadora consiguiendo un valor superior al de 12 dB que se logra al realizar los ajustes de inclinación y azimut, esta parte lo veremos en el comisionamiento de la estación VSAT.

Finalmente apretar toda la ferretería que se tenía sin ajustar.

### **3.2.10 Configuración del Modem iDirect para el apuntamiento**

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

#### **3.2.10.1 Encender el Router Satelital iDirect 3000 Series**

Conectar el cable de energía del adaptador al modem Satelital, enchufar la clavija a la toma corriente de 220 V. Ya está energizado el equipo por consiguiente está funcionando.

#### **3.2.10.2 Acceder al Router Satelital iDirect 3000 Series**

Para acceder al Router Satelital debemos utilizar una computadora donde se tenga instalada el programa iSite. Asegúrese que tenga una IP fija la computadora en el rango del Modem iDirect, caso contrario en su computadora ir a Panel de control – Centro de redes y recursos compartidos – Conexiones de red – botón derecho sobre Ethernet2 – Click en Propiedades – Protocolo de Internet versión 4 – Propiedades.

Colocar la IP en el rango del Router Satelital, como ejemplo se coloca la IP: 10.191.52.100 para la computadora. La puerta de enlace (Gateway) es del Router Satelital y la máscara de red nos proporciona por defecto de la subred del Router Satelital.

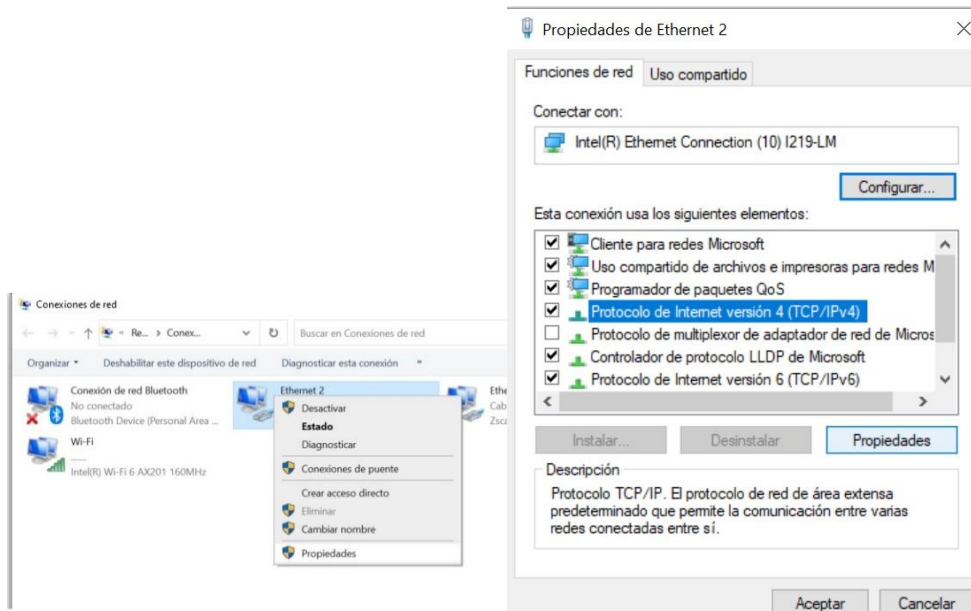


Fig. 51 Dirección de Red

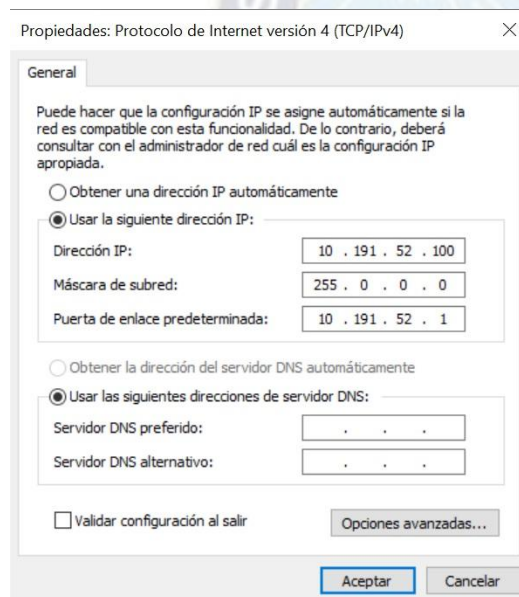


Fig. 52 Dirección IP – Máscara – Puerta de enlace

Ejecutar el programa iSite realizando doble click en el icono azul o logo del programa, seguidamente nos aparecerá la imagen como se muestra en la figura 53. Doble click en la imagen de TDMA Remote.

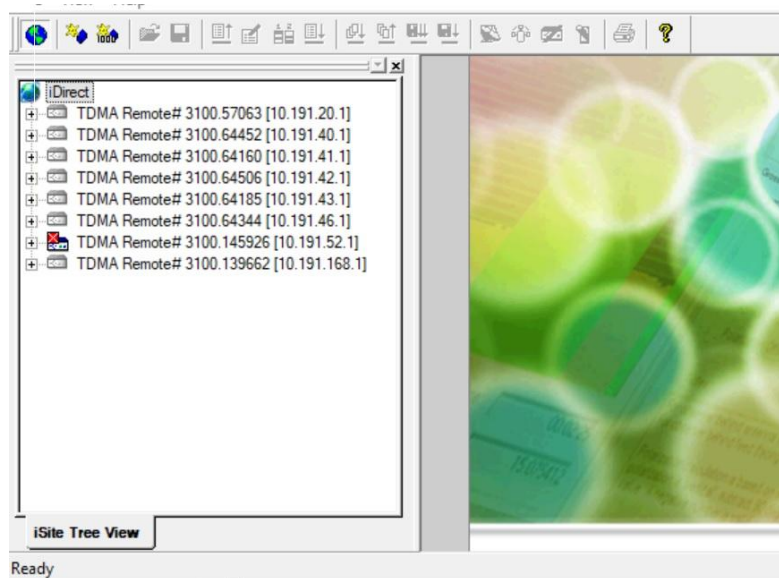


Fig. 53 Aplicación iSite (Fuente: Material de Visionn Mundial)

Colocar la contraseña que por defecto es: **iDirect** o **p@55w0rd!**

### 3.2.10.3 Option File (opciones de configuración de Modem)

El Option File es el archivo donde contiene toda la información del nuevo sitio a instalar la antena por ende el Router satelital a utilizar.

Tiene información de las coordenadas geográficas del sitio, está realizado en base a la información proporcionada en el Site Survey.

Para cargar el archivo al Router ir a la pestaña OptionFile – Dowload From Disk. Luego direccionar la ubicación donde se encuentra el archivo seleccionarlo y hacer click en abrir (Open).

Cuando pida la confirmación de descarga, click en botón Yes.

Una vez descargado satisfactoriamente, click en Reset Now. Se desconectará de la aplicación iSite, pero se debe volver a login para ingresar a la configuración de la nueva estación.

Se debe configurar la computadora con una nueva IP en el rango del Option File.

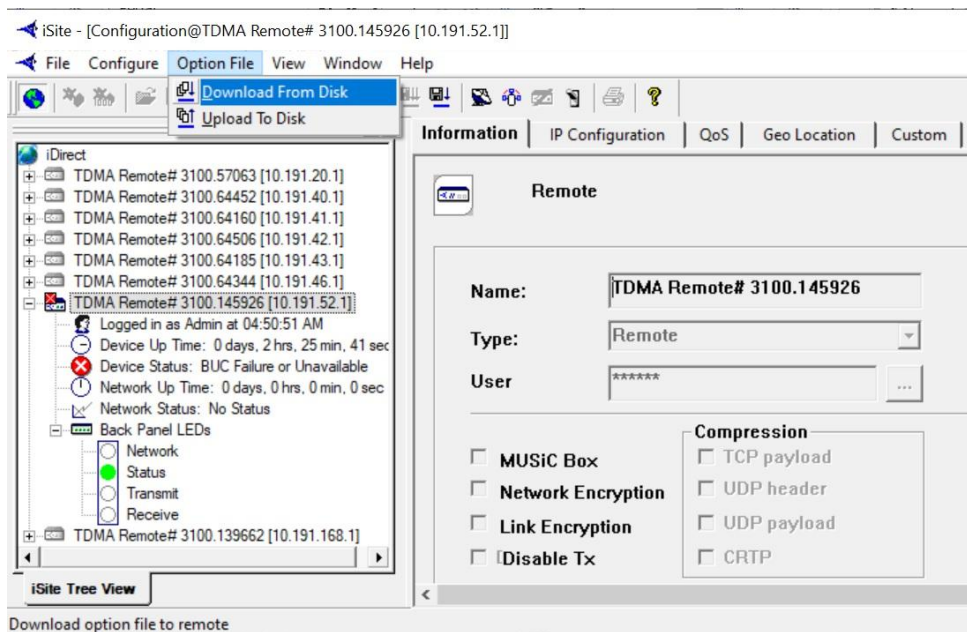


Fig. 54 Cargando archivo de configuración (Option File) (Fuente: Material de Visionn Mundial)

Además, se tendrá un nuevo Username y el Password, esa información nos la tiene que proporcionar el personal que nos proporciona el Option File que generalmente es el Administrador de la Red o del HUB.

### 3.2.11 Apuntamiento de la Antena en fino

Para proceder realizar nuevamente los pasos descritos en el procedimiento 3.2.9.6 y con la ayuda de equipos o aplicaciones se logra el apuntamiento de la antena en fino.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

#### 3.2.11.1 Satellite Finder

Es un buscador de señal satelital permitiendo orientar la antena de una forma más sencilla y eficaz de acuerdo a la potencia de sonido que emite, mientras más fuerte el sonido o ruido que emite mejor será la señal.

### 3.2.11.2 Analizador de Espectro

Equipo más sofisticado y costoso. Detecta la señal visualmente mostrando la forma de onda en el rango de frecuencia a la cual está el satélite a apuntar. Es importante el dato ya que se podría estar apuntando a otro satélite.

### 3.2.11.3 Aplicaciones propias de los Routers Satelitales

Existen aplicaciones propias de cada fabricante de Routers Satelitales para poder realizar el apuntamiento y comisionamiento.

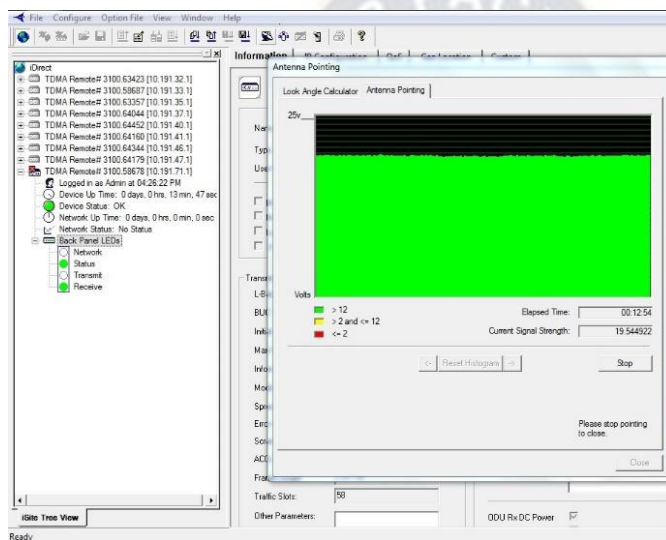


Fig. 55 Aplicando iSite para apuntar antena (Fuente: Material de Visionn Mundial)

La aplicación iSite tiene rangos de valores en Voltios representados en colores que nos dan la idea de hasta qué punto es:

- Desde 0 hasta 2 es bajo.
- Mayor que 2 y menor o igual que 12 es regular.
- Mayor que 12 hasta 25 es óptimo.

En la imagen se muestra un valor alcanzado de: 19,54 V

### 3.2.12 Comisionamiento de una estación VSAT

El comisionamiento es la parte final de la instalación de una estación VSAT.

Consiste en comunicarse con personal que opera el Satélite donde está apuntada la antena y conjuntamente obtener los mejores valores de la estación. Una vez finalizado el comisionamiento obtendremos la conformidad de la estación Vsat para que opere y sea monitoreada por el personal del HUB.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.2.12.1 Levantar Portadora

Realizado el apuntamiento en fino de la Antena Vsat se debe comunicar con personal que opera el Satélite con el fin de contar con los valores óptimos de potencia de transmisión y recepción.

Si se observa que la antena no está bien alineada se podría volver a apuntar con la ayuda de dicho personal de manera telefónica. Inclusive desde el inicio de la alineación de la antena. Es por ese motivo que el personal técnico debe obtener el mejor valor del apuntamiento de la antena antes de comunicarse con dicho personal.

Se utilizará la aplicación iSite para levantar la portadora.

En el ejemplo de la imagen la señal en frecuencia de la portadora de bajada es: 3811,028 MHz.

La señal en frecuencia de la portadora de subida es: 6036,028 MHz

Al finalizar la comunicación con personal que opera el Satélite proporcionan tres valores muy importantes para informar al personal del HUB (encargados de activar el servicio de internet) los valores son:

- Potencia de compresión (Compression power) en este caso es – **11**
- Potencia máxima (Maximal power) resulta un valor de – **12**
- Potencia inicial (Initial power) valor de **-15**

Se tiene dos ejemplos de levantar Portadora:

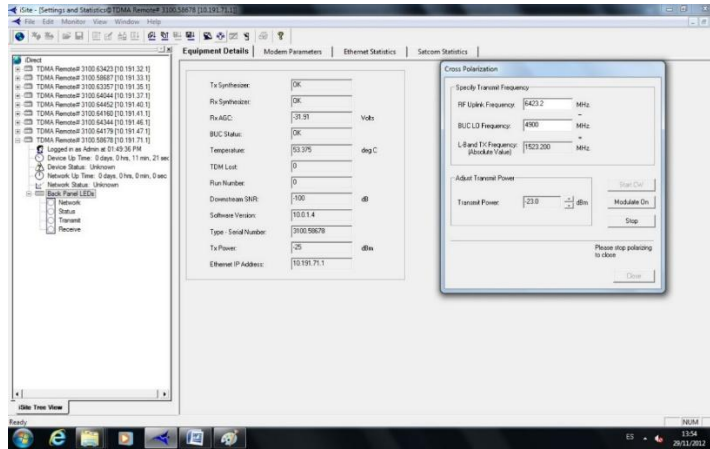


Fig. 56 Aplicando iSite para levantar portadora (Fuente: Material de Visionn Mundial)

- En la imagen se muestra el valor de Frecuencia a Transmitir: 6423,2 MHz  
Potencia de Transmisión: - 23,0 dBm

Un valor de Frecuencia del BUC: 4900 MHz

- En la imagen se muestra el valor de Frecuencia a Transmitir: 6423,2 MHz  
Potencia de Transmisión: - 12,0,0 dBm

Un valor de Frecuencia del BUC: 4900 MHz

El comisionamiento se realiza tanto en la instalación de un nuevo sitio o en el traslado de la estación VSAT.



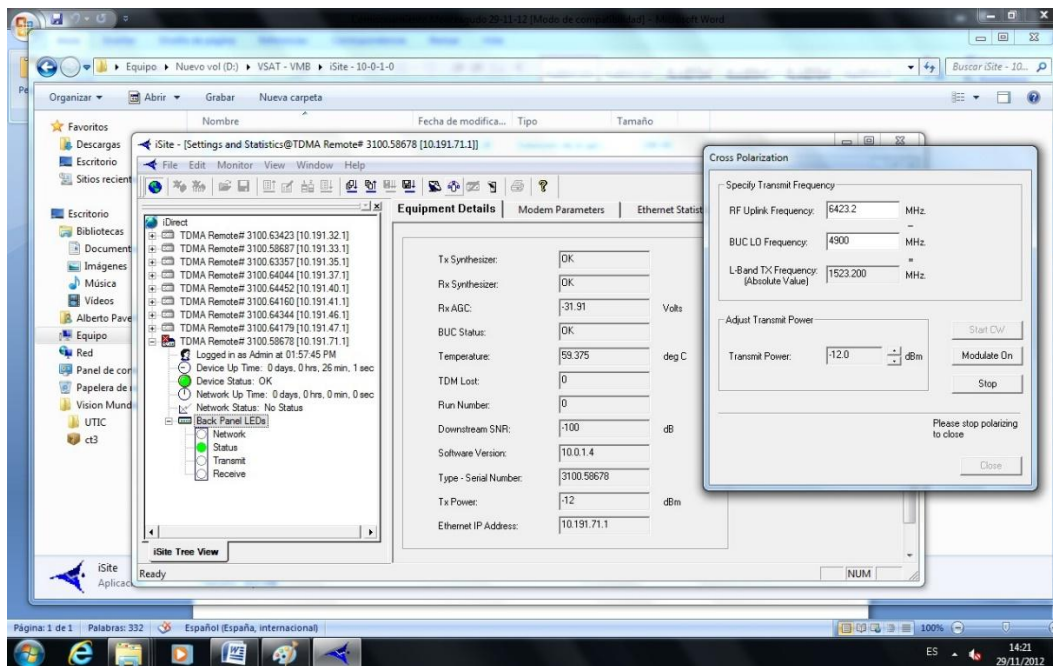


Fig. 57 Aplicando iSite para levantar portadora, con valor de otra potencia de transmisión (Fuente: Material de Vision Mundial)

### 3.3 GUÍA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UNA ESTACIÓN VSAT

El propósito es mantener un nivel de servicio determinado de los equipos, se interviene, aunque los equipos de la estación no hayan reportado mal funcionamiento o problemas en el servicio.

Realizar una inspección periódica a las estaciones VSAT por lo menos cada seis meses.

#### 3.3.1 Verificar el estado

Verificar el estado y conservación del equipo interno y externo (antena) para prevenir su corrosión. Realizar la limpieza de la antena con un líquido que quite la porosidad según el lugar de instalación de la antena.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

#### 3.3.2 Inspección visual

Realizar la inspección visual medidas y pruebas de la capacidad del Sistema de energía:

- Medición del voltaje AC de entrada de toma corriente.
- Verificación y medidas en la UPS:
  - Medición del Voltaje AC de entrada a la UPS.
  - Medida del Voltaje DC del banco de baterías.
  - Medición de la Corriente AC de salida de la UPS.
  - Indicación de alarmas activas en UPS.
- Transformador Aislador.
- Verificación y sustitución de los protectores de 2do nivel, de acuerdo al color de estado bueno o malo (verde o rojo respectivamente).
- Verificar el tablero de distribución de energía comercial: los térmicos de protección estén en buenas condiciones de trabajo.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.3.3 Medidas de equipos VSAT

- Verificar que los equipos no presenten ningún daño físico.
- Verificar las condiciones de funcionamiento de los equipos a través de los leds o displays disponibles en el equipo interno (Modem Satelital).

LED	COLOR DE LED	ESTADO DEL MODEM SATELITAL
POWER	OFF	El modem satelital está apagado o hay un problema de energía eléctrica.
	VERDE	El modem está encendido.
NET	VERDE	Indica que el modem se ha integrado la red.
	VERDE INTERMITENTE	Indica que el modem se está tratando de integrar a la red.
	AMARILLO SOLIDO	Indica que está bloqueado en la recepción.
	AMARILLO INTERMITENTE	Indica que no está bloqueado en la recepción.
STATUS	VERDE	El modem está funcionando correctamente. La prueba de la memoria DRAM ha sido exitosa.
	VERDE INTERMITENTE	Indica que el modem se inicia. La prueba de DRAM está en curso.

	ROJO	Indica una falla en el software, hardware o configuración, o la prueba de la DRAM no fue satisfactoria.
TX	VERDE	Indica que está activada la transmisión del modem.
	AMARILLO	Indica que está desactivada la transmisión del modem.
RX	VERDE	Indica que está encontrando la señal del satélite.
	AMARILLO	Indica que no ha encontrado la señal del satélite.

Tabla 3. Estados del Modem Satelital iDirect

- Verificar la hermeticidad de los equipos (ODU, FEEDHORN, LNB y BUC), Uno de los agentes que afecta al Feed Horn es la humedad, en caso de pérdida de potencia se debe realizar la limpieza interna con una franela y alcohol luego dejar que seque internamente.

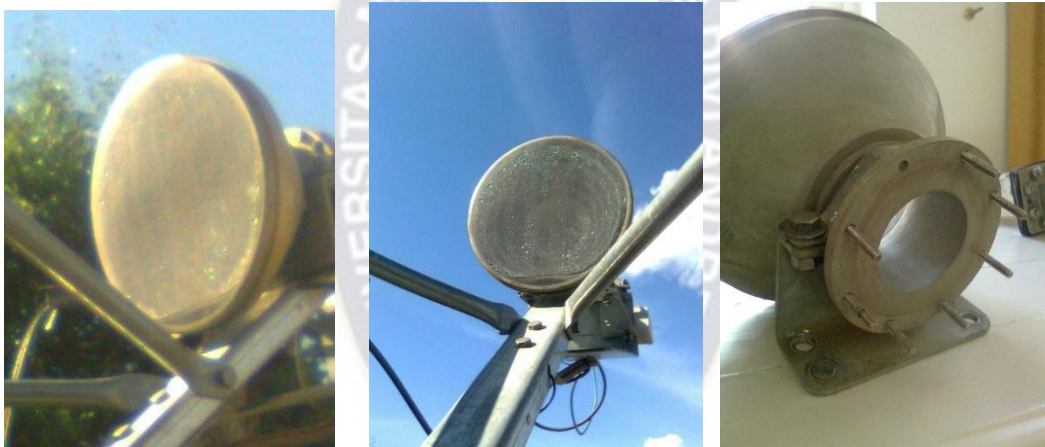


Fig. 58 Ingreso de humedad – agua en Feed Horn (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

- Verificar el estado de los conectores de cable coaxial y la correcta conexión y protección del cable coaxial (Tx, Rx) en casos necesarios resellado con cinta vulcanizante. Si está deteriorado o desgastado el conector de cable coaxial debe cambiarse por otro nuevo.



Fig. 59 Conector Coaxial en mal estado (Fuente: Material de Visión Mundial)

- Verificar los ángulos de apuntamiento y en caso de ser necesario realizar el ajuste correspondiente.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.3.4 Mantenimiento del Sistema de Tierra y Pararrayos

- Verificación de los puntos de conexión a tierra, jabalinas, pozo de dispersión y cables existentes.
- Limpieza de las conexiones, conector de coaxial.
- Medición del sistema de Tierras.
- Mejoras de tratamiento en pozos de dispersión en caso de medidas mayores a 5 ohm.
- Verificación de las puntas del pararrayos, cambiar en caso defectuoso.
- Verificación de la conexión del cable de pararrayos en ambos extremos, limpieza.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.3.5 Llenado del formulario de mantenimiento preventivo

Llenado del formulario donde se detalla las medidas y cambios de accesorios dañados:

- Llenar el formulario con todas las medidas realizadas.
- Llenar el inventario indicando Descripción, Marca, N de serie, estado.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.4 GUIA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE UNA ESTACIÓN VSAT

El mantenimiento correctivo se efectúa para reparar daños o deterioros totales o parciales causados al transcurrir el tiempo y tienen efecto en los equipos, también por acciones extrañas e imprevistos. Nos da la alerta de que la estación está sin servicio.

#### 3.4.1 Cuando programar un mantenimiento correctivo

Programar el mantenimiento correctivo, solicitando los medios necesarios para intervenir en sitio. Es necesario contar con un stock de repuestos como ser: LNB, BUC, Router Satelital, etc. Realizar una inspección visual del estado de todos los sistemas (Sistema de energía, Sistema Satelital, Sistema de Aterramiento, Sistema de Pararrayos). Un mantenimiento correctivo puede darse al ocurrir lo siguiente:

- Condiciones climáticas severas
- Cambio de proveedores de internet (ISP)
- Sobre carga de energía
- Internet con IP dinámica y no estática

##### 3.4.1.1 Condiciones climáticas severas

Después de condiciones climáticas muy severas como tormentas eléctricas, se debe realizar una inspección de la antena para determinar si objetos extraños han causado daños:

- Verificar las ubicaciones de los pernos, todos los pernos deben estar apretados.
- Ingresar a la terminal remota para visualizar el estado de los valores de referencia del Voltaje de Apuntamiento y BER (Tasa de Errores de Bit).
- Revisar toda la ferretería, repara o reemplazar si están dañados.
- Comprobar si hay corrosión en la estructura y el soporte de la antena.
- Inspeccionar por cualquier daño físico causado por vandalismo.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.4.1.2 Cambio de proveedores de internet

Coordinar con el proveedor de internet para solicitar la causa y problema ocurrido.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.4.1.3 Sobre carga de energía

Revisar etapa por etapa los equipos de energía:

- Equipos de Energía (UPS, Generadores de energía, Protectores). En las UPSs se debe cambiar las baterías regularmente cada dos años.

Cambiar los protectores de red y energía si se verifica que están dañados.



Fig. 60 Protector de 1er nivel de red y energía (Fuente: Material de Visión Mundial, año 2009)

- El LNB y el BUC, son los encargados de recibir y transmitir la señal que pueden dañarse por altibajos de la energía eléctrica. Si fuera el caso será

necesario cambiar por otro en buen estado.

- Si se daña el Router Satelital se debe contar con un equipo alternativo para poder realizar el cambio en sitio.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

### **3.4.2 Reponer equipos averiados o robados**

Existen poblaciones donde las estaciones satelitales no cuentan con la mínima seguridad de infraestructura perimetral haciéndolo vulnerable a robos de accesorios de la parte externa.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### **3.4.3 Pruebas de verificación del estado del sitio**

Una vez puesto el servicio a su estado normal de operatividad se debe realizar pruebas de rigor y reportarse al centro de gestión indicando información puntual al problema y solución realizada.

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

### **3.4.4 Llenado de formulario de Mantenimiento Correctivo**

Llenar el formulario con todos los datos necesarios (movimiento de equipos, causa de la falla, efecto en el servicio, descripción detallada de la solución e indicar si existe alguna recomendación.

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

## **3.5 GUÍA DE TRASLADO DE UNA ESTACIÓN VSAT**

### **3.5.1 Herramientas para el traslado de la estación VSAT**

Para el traslado al igual que para la instalación de una estación satelital es necesario

contar con las herramientas:

- Alicates de fuerza, corte, punta, alicate de red.
- Juego de destornilladores plano y estrella.
- Juego de llaves mixta (boca / corona).
- Juego de llaves allen.
- Brújula para posicionar el azimut.
- Inclínómetro para posicionar la elevación.

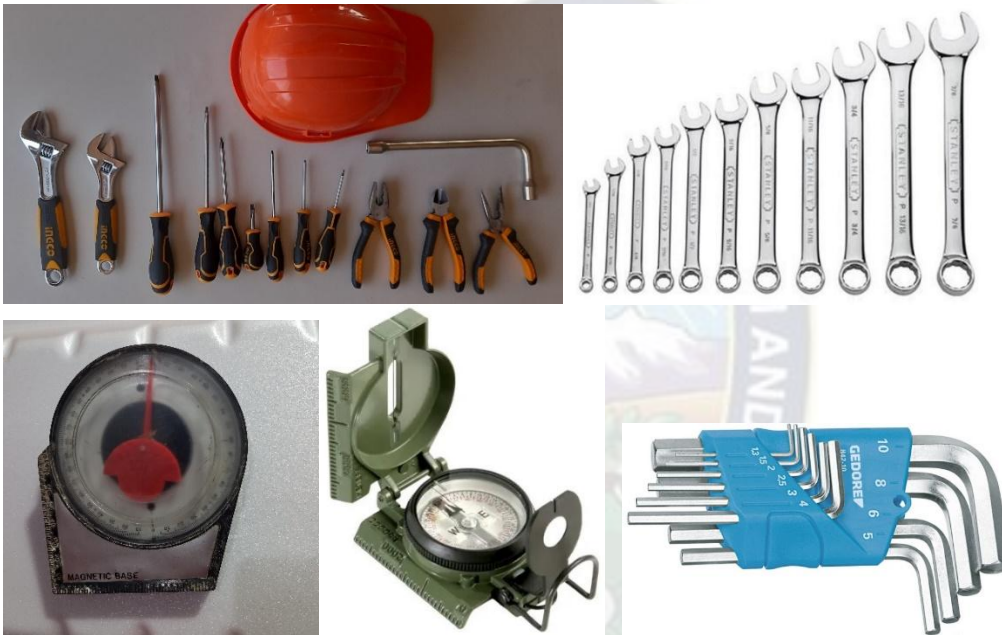


Fig. 61 Herramientas en general

**Responsables:** Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.5.2 Medidores de prueba

Son instrumentos de medida que proporcionan valores visuales que nos informan:

- GPS, este instrumento obtiene los datos geográficos de latitud y longitud del sitio.
- Multitester o multiprobador, nos sirve para realizar medidas de valores como el voltaje, la corriente, y la continuidad básicamente.
- Óhmetro o medidor de tierra, encargada de medir la resistividad del terreno.



- Computadora portátil para realizar el apuntamiento de acuerdo al software o aplicación que utilizan diferentes fabricantes de Routers satelitales.



Fig. 62 Instrumentos de Medida

**Responsables:** Coordinación de Telecomunicaciones y Técnicos de Telecomunicaciones.

### 3.5.3 Desmontado de Antena VSAT para trasladar a otro sitio

El traslado de la Antena inicialmente requiere el desmontado de toda la estación VSAT. Colocar en recaudo todo el equipamiento retirado. Luego al igual que la instalación requiere todos los procedimientos descritos en el punto “3.2.4” hasta el “3.2.7”.

Siguiendo los pasos descritos desde el punto 3.2.8 al 3.2.11. Finalmente se debe realizar el Comisionamiento para dejar en orden la estación VSAT.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

Para elaborar esta guía de instalación, mantenimiento y traslado de una estación VSAT se logró detallar minuciosamente los componentes involucrados tomando en cuenta la experiencia adquirida en los años de trabajo en el rubro de las comunicaciones Satelitales.

#### **4.2 Recomendaciones**

Se recomienda contar con personal capacitado en las instalaciones de estaciones VSAT. De manera que los técnicos puedan realizar trabajos de mantenimiento planificados.

Es necesario contar con un stock de repuestos para efectivizar los trabajos de mantenimiento.



## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

VSAT	(Very Small Aperture Terminal) Terminal de apertura muy pequeña
IF	Frecuencia Intermedia
RF	Radio Frecuencia
HPA	(High Power Amplifier) Amplificador de alta potencia
FM	Modulación en Frecuencia
PSK	(Frequency shift keying) Modulación por desplazamiento de frecuencia
QAM	(Quadrature Amplitude Modulation) Modulación de Amplitud en Cuadratura
BPF	(Band Pass Filter) Filtro Pasa Banda
ILS	Enlace Intersatelital
GEO	(Geostationary Equatorial Orbit) Órbita ecuatorial geoestacionaria
LEO	(Low Earth Orbit) Órbita terrestre baja
MEO	(Medium Earth Orbit) Órbita terrestre media
HUB	Estación Central Satelital
PIRE	Potencia Isotrópica Radiada
RF	Radio Frecuencia
ODU	(Outdoor Unit) Unidad exterior
IDU	(Indoor Unit) Unidad interior
NMS	(Network Management System) Sistema de Monitoreo de Red
LNB	(Low Noise Block)
BUC	(Block Up Converter) Bloque Convertidor Ascendente
SITE	
SURVEY	( Inspección del lugar ) Formulario de información del sitio
TRF	Filtro de rechazo de transmisión
OMT	Bocina de alimentación
ISP	Proveedor de Servicios de Internet
BIR	Tasa de Errores de Bit
UPS	Sistema Ininterrumpido de Energía

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wayne Tomasi; Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. México, 2003, editorial Pearson Education.
2. Apuntes de la materia ETN-1011, año 2004
3. Documentos de Visión Mundial Bolivia, año 2009 hasta 2023.
4. [www.teltelematica.freeservers.com/VSAT.htm](http://www.teltelematica.freeservers.com/VSAT.htm) año 2023
5. [www.monografias.com/trabajos29/redes-satelitales/redes-satelitales](http://www.monografias.com/trabajos29/redes-satelitales/redes-satelitales) año 2023
6. <http://interredespedrorojas.blogspot.com/p/redes-satelitales.html> año 2023



2023-TTE5-843-D-1

**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR  
Y DERECHOS CONEXOS**  
**RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-2085/2023**  
La Paz, 31 de Julio del 2023

**VISTOS:**

La solicitud de inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha 24 de Julio del 2023, por **ALBERTO PAVEL MICHEL SANTOS** con C.I. N° 3678917 PT, con número de trámite **DA 1082/2023**, señala la pretensión de inscripción de la Memoria Laboral titulada: **"Guía de Instalación, Traslado y Mantenimiento de una estación VSAT"**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

**CONSIDERANDO**

Que, en observación al Artículo 4° del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el "Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma descentralizada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración".

Que, el Artículo 16° del Decreto Supremo N° 27938 establece "Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión". En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6° de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26° inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4° de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18° de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18° de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: "la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios".



"2023 AÑO DE LA JUVENTUD HACIA EL BICENTENARIO"

Oficina Central - La Paz  
Av. Moravia, N° 25,  
entre Esp. Sucre y  
C. Sanabria Alameda.  
Telf.: 204200 - 204205  
204201 Fax: 204200

Oficina - Santa Cruz  
Av. Uruguay, Calle  
Independencia/Oligarcas,  
N° 20, Edif. Gobernación.  
Telf.: 300252 - 300400

Oficina - Cochabamba  
Calle Bolivia, N° 20,  
entre 16 de Julio y Antezana.  
Telf.: 304400 - 304402

Oficina - El Alto  
Av. Juan Pablo II, N° 2000  
Edif. Multicentro O'Leary,  
Bos. Pico 1, Of. 16,  
zona 16 de Julio.  
Telf.: 304400 - 304400

Oficina - Ortopost  
Calle Gilestano 1, N° 100,  
Caj. 003, Urubidagata,  
zona Parque Bolívar.  
Telf.: 300000

Oficina - Tarija  
Av. La Paz, entre  
Calle Ciro Tiza y Baza  
Edif. Santa Rosa, N° 100,  
Telf.: 300000

Oficina - Oriz  
Calle 6 de Octubre,  
N° 202, entre Apacata  
y Unión, Gabriela Cordero,  
Of. 16, De Santa Fe,  
Telf.: 300000

Oficina - Potosí  
Av. Villalón entre Calle  
Mariano Alva y San Martín,  
Edif. 04, Salinas N° 100,  
Primer Piso, Of. 1,  
Telf.: 300000

[www.senapi.gob.bo](http://www.senapi.gob.bo)

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley Nº 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: "...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial".

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: "... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

#### POR TANTO

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas

#### RESUELVE:

**INSCRIBIR** en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, la Memoria Laboral titulada: "Guía de Instalación, Traslado y Mantenimiento de una estación VSAT", a favor del autor y titular: **ALBERTO PAVEL MICHEL SANTOS** con C.I. Nº 3678917 PT, bajo el seudónimo **UCHUMANCA**, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



Abg. Carlos Alberto Soruco Arroyo  
**DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR  
Y DERECHOS CONEXOS**  
SERVICIO NACIONAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

CASA/Inecit  
c.v. Arch.



Oficina Central - La Paz  
Av. Morales Nº 206  
entre Ego, Uruguay y  
C. Sebastián Bismarck  
Telf.: 2229299 - 2229298  
senapi@senapi.gob.bo

Oficina - Santa Cruz  
Av. Uruguay, Calle  
postergarito Quijano,  
Nº 24, 2401, Barrio Nuevo  
Telf.: 2229299 - 2229298

Oficina - Cochabamba  
Calle Bolívar, Nº 20,  
entre 16 de Julio y Arica  
Telf.: 2229299 - 2229298

Oficina - El Alto  
Av. Juan Pablo II, Nº 2200  
ESL, Multifonía O Calla  
entre Pro 1, OI, OII,  
entre 16 de Julio,  
Telf.: 2229299 - 2229298

Oficina - Ortopalca  
Calle Chimorro I, Nº 204  
calle con, Urubambilla,  
zona Parque Bolívar,  
Telf.: 2229299

Oficina - Tarija  
Av. La Paz, entre  
Calle Los Ríos y Arroyo  
ESL, Santa Cruz, Nº 204,  
Telf.: 2229298

Oficina - Sucre  
Calle 4 de Setiembre,  
Nº 202, entre Apóstata  
y Junco, Barrio Central,  
R. N. De Sucre Pte.,  
Telf.: 2229298

Oficina - Potosí  
Av. Pizarra entre calles  
Wenceslao Alva y San Alberto,  
ESL, Av. Salinas Nº 204,  
Paseo Pte. Of. 11,  
Telf.: 2229298



"2023 AÑO DE LA JUVENTUD HACIA EL BICENTENARIO"

**AUTOR MEMORIA LABORAL:** ALBERTO PAVEL MICHEL SANTOS

**CORREO ELECTRONICO:** [apmsblueboy@gmail.com](mailto:apmsblueboy@gmail.com)

**TELEFONO:** 591-2844199

**CELULAR:** 71604346 – 77566863

**RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA SENAPI:** NRO: 1-2085/2023