

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
CARRERA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



“SUPERVISIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PROYECTO TELECENTROS SATELITALES INTEGRALES
TSI – FASE II”

MEMORIA TÉCNICA – PETAENG Presentado para obtener el grado
de Licenciado en Electrónica y Telecomunicaciones

POSTULANTE: OMAR QUISPE ARCANI

TUTOR: Lic. JAVIER NICOLÁS YUJRA TARQUI

La Paz – Bolivia

2017

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme salud y ser siempre ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de vida. A mi madre Sebastiana Arcani, mi padre Q.E.P.D. Cándido Quispe, a mis hermanos Orlando y Virginia, no hay un día en el que no le agradezca a dios el haberme colocado entre ustedes, la fortuna más grande es tenerlos conmigo y el tesoro más valioso son todos y cada uno de los valores que me inculcaron.

A mi esposa Yenny, mi compañera incondicional y mis amores Angela y Britany mis adoradas hijas que demuestra la sencillez sin juzgar, gracias por su cariño y apoyo factores fundamental que me brindan equilibrio para presentar este trabajo.

En especial a todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad, capacidad que tenemos todos, es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el avance de la tecnología avanza rápidamente y con ella el desarrollo de las grandes ciudades, en Bolivia que es un país que se encuentra en pleno desarrollo pero aún muchas zonas del área rural no cuenta con servicio de comunicaciones, debido a varios factores; como el acceso a las mismas localidades, la distancia en la que se encuentran, su ubicación geográfica, etc., que dificulta la implementación de este tipo de servicios.

Haciendo uso de nuestro satélite Túpac Katari y mediante el Programa Nacional de Telecomunicaciones de Inclusión Social PRONTIS, dependiente del Viceministerio de Telecomunicaciones y este del Ministerio de Obras Publicas Servicios y Vivienda, se lleva a cabo el proyecto Telecentros Satelitales Integrales TSI, que tiene como objetivo la instalación de 1500 telecentros en su segunda fase y así de esta manera brindar servicio de internet de banda ancha, televisión y telefonía pública a poblaciones rurales de todo el país con limitado o ningún acceso a estos servicios.

La Empresa Nacional de Telecomunicaciones Entel S. A., actúa como una empresa ejecutora del proyecto, para lo requiere personal para realizar el trabajo de campo, para lo cual realiza la contratación de personal que tenga experiencia en este tipo de trabajos para realizar la supervisión, instalación, operación y mantenimiento de los diferentes equipos instalados y la ejecución del proyecto.

De esta manera los niños, jóvenes y adultos de diferentes poblaciones del área rural tengan acceso a este tipo de servicios y así fomentar el desarrollo de sus comunidades y la búsqueda de mercados para los productos de la región, la capacitación de los jóvenes, el acceso a las tecnologías de información para los alumnos de la Unidades Educativas de zonas rurales y de interés social.

MEMORIA TÉCNICA

La Memoria Técnica es el proceso académico aplicable para antiguos egresados con trayectoria laboral.

La Memoria Técnica se considera como un Trabajo Práctico que se asemeja a esta modalidad de graduación expresamente admitida por el VIII CNU. En esencia, consiste en un documento técnico-científico el cual es dirigido, bajo la supervisión y asesoría de un tutor, sintetiza su experiencia laboral y al mismo tiempo la plasma, por una parte, en una descripción y análisis formal y útil acerca de un problema concreto que hubiese podido solventar mediante sus conocimientos académicos y por otra una visión crítico-constructiva de su formación académica en contraste con las exigencias del ejercicio laboral.

La Memoria técnica tiene por objeto el de permitirle al postulante sobre la base de su experiencia de trabajo, desarrolle un trabajo profesional y metodológico que refleje las características y destrezas adquiridas, su capacidad para solventar y/o solucionar problemas del área y contribuya reflexivamente a la cualificación de los procesos académicos de la Carrera desde la óptica de su experiencia laboral.¹

¹ Herrera, Víctor Hugo, [Decano Facultad de Tecnología UMSA] “GUÍA Y REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA MEMORIA TÉCNICA”, [abril de 2016], Pág. 1.

RESUMEN

La presente Memoria Técnica muestra el trabajo realizado como Consultor Técnico en la Empresa Nacional de Telecomunicaciones Entel S.A., en el área de Desarrollo Rural que lleva a cabo el Proyecto Telecentros Satelitales Fase II, que consiste en la implementación de servicios de telefonía pública, internet de Banda Ancha y servicio de televisión satelital en localidades del área rural de Bolivia que no cuentan con este tipo de servicios. El proyecto TSI Fase 2 a diferencia de la primera fase, se implementa una radio base en localidades que no cuenten con servicio de telefonía.

Los trabajos realizados como Consultor Técnico, son los de realizar la prospección técnica, supervisión, seguimiento, brindar soporte para la implementación de telecentros de telecentros en Unidades Educativas de zonas rurales del país, realizar la prospección técnica para la implementación del telecentro, ubicando un ambiente dentro de la Unidad Educativa que preste seguridad y sea adecuado para la instalación del equipamiento, el lugar donde será instalado el sistema de protección a tierra. La ubicación del terreno para la instalación de una micro radio base satelital que prestara el servicio de telefonía móvil en el área de 2 Km., el internet al telecentro es implementado mediante un enlace de radio con equipos mikrotik QRT5. El servicio de televisión es mediante DTH satelital de Entel Tv.

Para la implementación de la radio base satelital, ubicación del sitio que tenga línea de vista con el telecentro para el enlace de radio con la BTS, una terreno de 20 x 20 metros, que cuente con camino de acceso y energía que deben ser cubiertos como contrapartes del municipio y la localidad beneficiada.

Se utiliza el satélite Túpac Katari para el funcionamiento de estos servicios mediante la utilización de modem Hugues para el enlace satelital, el servicio de internet en el telecentro por el enlace de radio desde BTS y propagada a los equipos informáticos mediante una red wlan.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
MEMORIA TÉCNICA.....	4
RESUMEN.....	5
1. ANTECEDENTES GENERALES	12
1.1. Antecedentes de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones Entel S. A.....	12
1.1.1. Base Legal de la creación de la Institución	12
1.2. Misión y Visión de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones.....	13
1.2.1. Misión.....	13
1.2.2. Visión.....	13
1.3. Objetivos Estratégicos de Entel S.A.....	14
1.4. Estructura Organizacional de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones ENTEL S. A.....	15
1.4.1. Nombre de la Entidad Tutora	15
1.4.2. Estructura de la Sub Gerencia de Desarrollo Rural.....	16
1.4.3. Programa Nacional de Telecomunicaciones de Inclusión Social(PRONTIS) 16	
1.5. Enunciado del Cargo Desempeñado	19
1.6. Aspectos Centrales Caracterizadores de la Actividad Desarrollada	21
1.7. Productos más significativos de esta actividad.....	21
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
2.1. Identificación del Problema	23
2.2. Formulación del Problema.....	23
2.3. Objetivos	24
2.3.1. Objetivo Principal.....	24
2.3.2. Objetivos Específicos	24
2.4. Justificación	25
2.4.1. Justificación Económica.....	25
2.4.2. Justificación Social	25
2.4.3. Justificación Técnica	26
2.5. Delimitación.....	27
2.5.1. Delimitación Temática	27
2.5.2. Delimitación Temporal.....	27
2.5.3. Delimitación Espacial.....	28

3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	29
3.1.	Definición de Satélite.....	29
3.2.	Comunicaciones por Satélite.....	29
3.2.1.	Breve Historia.....	31
3.2.2.	Partes de un Sistema de Comunicaciones vía satélite	34
3.3.	Patrones Orbitales	35
3.4.	Tópicos de Referencia para un Enlace Satelital.....	37
3.4.1.	Ángulos de Vista	37
3.5.	Antenas Terrestres para el Servicio Satelital	39
3.6.	Satélite Tupak Katari	41
3.7.	Sistemas Vsat.....	42
3.8.	Aplicaciones de las Redes Vsat	43
3.8.1.	Aplicaciones Civiles Unidireccionales.....	43
3.8.2.	Aplicaciones Civiles Bidireccionales	44
3.8.3.	Aplicaciones militares	44
3.9.	Bandas de frecuencia utilizadas en Vsat.....	44
3.10.	Arquitectura de una Red Vsat	47
3.10.1.	Estación VSAT.....	47
3.10.2.	Estación Hub.....	49
3.11.	Definición de Telecentro.....	51
3.11.1.	Principios de un Telecentro	52
3.11.2.	Servicios que brinda un Telecentro	52
3.11.3.	Telecentros Comunitarios.....	52
3.11.4.	Telecentros Educativos.....	53
3.11.5.	Diferencia entre Telecentros comunitarios y Centros públicos de tecnologías digitales	53
3.12.	Servicios de un Telecentro	54
3.12.1.	Internet.....	54
3.12.2.	Telefonía.....	54
3.12.3.	Televisión	54
3.13.	Radio Base.....	54
4.	MARCO PRÁCTICO	56
4.2.	Tamaño y Localización.....	57
4.3.	Escenarios y Soluciones.....	58
4.3.1.	Escenarios.....	58

4.3.2.	Solución a los diferentes escenarios	59
4.4.	Procedimiento para la realización del trabajo	63
4.5.	Site Survey	63
4.5.1.	Site Survey Telecentro.....	64
4.5.2.	Site Survey Radio Base	64
4.5.3.	Entrega de Sitio Telecentro	65
4.5.4.	Entrega de sitio radio base.....	65
4.5.5.	Supervisión de la Instalación.....	65
4.5.6.	Trabajo de Transmisión Tx.....	66
4.6.	Las Terminales Satelitales Remotas	66
4.6.1.	La unidad exterior ODU	66
4.6.2.	La unidad interior IDU	66
4.7.	Instalación del Telecentro Satelital Integral	70
4.7.1.	Distribución del equipamiento.....	72
4.8.	Instalación de Terminal Remota Satelital Vsat y Sistemas de Protección.....	73
4.8.1.	Instalación de la Vsat.....	73
4.8.2.	Sistema de Aterramiento	75
4.9.	Instalación de la Antena DTH.....	77
4.10.	Instalación del Radioenlace.....	77
4.11.	Instalación de Equipos y Conexiones.....	78
4.11.1.	Conexiones Externas	78
4.11.2.	Alineación de la Antena	80
4.11.3.	Instalación del FEEDER, BUC y LNB	80
4.11.4.	Conexiones Internas	81
4.11.5.	Instalación de los equipos en el Rack.....	81
4.11.6.	Instalación del Aparato Telefónico.....	82
4.12.	Instalación de Energía	83
4.12.1.	Instalación del Tablero de Distribución de Energía AC	83
4.12.2.	Instalación del Sistema de Energía AC	83
4.12.3.	Instalación del Sistema de Energía DC	84
4.13.	Conexión e Instalación de Energía.....	86
4.14.	Instalación de la Red Interna.....	88
4.15.	Pruebas de Calidad y Registro de Equipos.....	89
4.15.1.	Pruebas de Enlace.....	89

4.15.2.	Pruebas de Datos e Internet	89
4.15.3.	Pruebas De Telefonía.....	90
4.15.4.	Pruebas de Saturación.....	90
4.15.5.	Pruebas de Televisión.....	90
4.15.6.	Registro de Equipos.....	90
4.16.	Estación Radio Base.....	91
4.17.	Elementos que la componen una Red Satelital.	92
4.17.1.	Modem Satelital Hughes	93
4.18.	Tipos De Micro Radiobase.....	96
4.19.	Proceso de Instalación de una Micro Radiobase	96
4.19.1.	Instalación de la Estructura de la Torre	96
4.19.2.	Seguimiento y ATP de Torres	96
4.19.3.	Instalación de Obras Civiles OOCC.....	97
4.19.4.	Seguimiento y ATP de obras civiles (OOCC).....	97
4.20.	Equipos para servicio de Telefonía Móvil	97
4.20.1.	Descripción de la BTS3900.....	98
4.20.2.	BBU3900	99
4.20.3.	RRU3908 (Radio Remote Unit)	103
4.21.	Protocol Tecnico de Acceptation ATP.....	104
4.22.	Operación y Mantenimiento.....	104
5.	EVALUACIÓN.....	105
5.1.	Análisis de la actividad laboral	105
5.2.	Análisis en relación a la formación académica.....	106
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Organigrama Entel S. A	15
Figura 1.2. Diagrama Organizacional del PRONTIS	17
Figura 1.3. Diagrama Competencias Principales del PRONTIS	17
Figura 3.1. Configuración de un sistema de Comunicaciones por Satélite	30
Figura 3.2. Cinturón de Clarke cubriendo la tierra.....	32
Figura 3.3. Angulo de elevación de una estación terrena.....	38
Figura 3.4. Angulo de Azimut de una estación terrena	39
Figura 3.5. Antena parabólica tipo Cassegrain	40
Figura 3.6. Instalación de una Estación VSAT	48
Figura 3.7. Diagrama de bloques de una estación VSAT.....	49
Figura 3.8. Configuración típica de un Hub VSAT.....	50
Figura 3.9. Vista interna Telecentro Satelital Integral (Fuente propia	51
Figura 4.1. Escenario 1 – Localidad con energía comercial y con cobertura móvil	58
Figura 4.2. Escenario 2 – localidad sin energía eléctrica y con cobertura móvil	58
Figura 4.3. Escenario 3 – Localidad con energía eléctrica y sin cobertura móvil	59
Figura 4.4. Escenario 4 – Localidad sin energía eléctrica y sin cobertura móvil	59
Figura 4.5. Solución Tipo 1	60
Figura 4.5. Solución Tipo 2.....	61
Figura 4.7. Solución Tipo 3.....	61
Figura 4.8. Solución Tipo 4.....	62
Figura 4.9. Unidad ODU e IDU Satelital	67
Figura 4.10. Tipos de Telecentro	70
Figura 4.11. Elementos que componen un Telecentro Satelital Integral.....	71
Figura 4.12. Distribución TSI con energía eléctrica comercial.....	72
Figura 4.13. Distribución TSI sin energía eléctrica comercial	72
Figura 4.14. Diagrama general de instalación	73
Figura 4.15. Diagrama de Dimensiones Soporte Vsat.....	74
Figura 4.16. Vista instalación malla de aterramiento	75
Figura 4.17. Vista instalación sistema de aterramiento	76
Figura 4.18. Radio enlace entre torre y telecentro.....	77
Figura 4.19. El esquema de conexiones externo.	79
Figura 4.20. Distribución de equipos dentro el Rack.	82

Figura 4.21. Componentes panel solar.	85
Figura 4.22. Diagrama unifilar conexión eléctrica.	87
Figura 4.23. Conexión de una estación base al sistema de acceso satelital proyectado.....	92
Figura 4.24. Vista de Modem Satelital Hugues.....	93
Figura 4.25. Instalación modem Hugues HT1300.	94
Figura 4.26. Vista de Antena, LNB y BUC.	94
Figura 4.27. Vista de conexión de LNB y BUC con el Modem HUGUES.....	95
Figura 4.28. Vista del modem en correcto funcionamiento dentro el Rack de equipos	95
Figura 4.29. BTS 3900.	98
Figura 4.30. BBU3900.....	99
Figura 4.31. WMPT (WCDMA Main Processes And Transmission Unit)	99
Figura 4.32. GTMS (GSM Transmission & Manager Unit For BBU)	100
Figura 4.33. WBBP (WCDMA Base Band Process Unit)	100
Figura 4.34. UBRI (Universal Base Band Radio Interfaz Board)	101
Figura 4.35. UTRP (Universal Transmission Processing Unit)	101
Figura 4.36. UPEU (Universal Power and Environment interface Unit)	102
Figura 4.37. UEUI (Universal Environment Interface Unit)	102
Figura 4.38. RRU3908 (Radio Remote Unit)	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Telecentros Instalados por Entel con Recursos PRONTIS - MOPSV	15
Tabla 2.1. Viviendas particulares con computadora e internet, Censo 2012.....	24
Tabla 3.1. Comparación de características de las órbitas LEO, MEO y GEO	36
Tabla 3.2. Ficha técnica TKSAT	41
Tabla 3.3. Parámetros de funcionamiento (Fuente Ficha Técnica TKSAT)	42
Tabla 3.4. Asignación de frecuencias para las bandas C, Ku y Ka.	45
Tabla 3.5. Principales características de la banda C, y banda Ku	46
Tabla 4.1. Distribución de Telecentros por Departamento.....	57
Tabla 4.2. Cantidad de telecentros según el Tipo de escenario.....	62
Tabla 4.3. Requerimientos de configuración.	88

CAPITULO I

MARCO INSTITUCIONAL

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Antecedentes de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones Entel S. A.

1.1.1. Base Legal de la creación de la Institución

ENTEL fue fundada el 22 de diciembre de 1965 como Sociedad Anónima Mixta con representación oficial del Estado boliviano, con la finalidad de “desarrollar las telecomunicaciones en todas sus modalidades y formas en el territorio nacional”. En 1966 se convirtió en empresa pública descentralizada, bajo la tutela del Ministerio de Transportes, Comunicaciones y Aeronáutica Civil.

El 27 de noviembre de 1995, se concedió a ETI - STET International (Telecom Italia) el 50% de las acciones de ENTEL y la gestión de la empresa. Adicionalmente, la Ley de Telecomunicaciones (Ley N° 1632 del 5 de Julio de 1995) acordó a ENTEL un monopolio durante seis años sobre los servicios de telefonía de larga distancia nacional e internacional. Telecom Italia, por su lado, se comprometió a implementar un plan de inversión por un total de 610 millones de dólares, y a cumplir con las metas de expansión y calidad definidas por la ley y por el contrato de concesión.

En 2005, al ser electo Presidente de la República, Evo Morales Ayma anunció, conforme al mandato otorgado en referéndum por el pueblo boliviano, que recuperarán los recursos naturales y se nacionalizará las Empresas estratégicas del país.

A diez años de la capitalización y cinco de la liberalización de las telecomunicaciones en Bolivia, ENTEL ocupa una posición de liderazgo frente a sus competidores.

El 1ro de mayo de 2008, ENTEL se nacionaliza por Decreto Supremo N°29544. El Estado Boliviano es ahora el titular del 97% de las acciones de la empresa; se garantiza la estabilidad laboral de los trabajadores y las trabajadoras de ENTEL, así como los contratos suscritos con clientes y proveedores.

En este nuevo marco, la inversión del Estado y la rentabilidad de la empresa permiten asegurar un acceso equitativo a las telecomunicaciones - derecho humano fundamental - y el despliegue de nuevos servicios, vectores de desarrollo económico y de soberanía nacional.²

1.2. Misión y Visión de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones

1.2.1. Misión

Proporcionar servicios de telecomunicaciones a través de redes tecnológicamente actualizadas y modernas, cumpliendo la normativa vigente e impulsando el crecimiento económico productivo de nuestro país; logrando que todos los habitantes del Estado Plurinacional de Bolivia, accedan a la comunicación telefónica e internet bajo premisas de calidad y tarifas equitativas.

1.2.2. Visión

Para el año 2025, nos comprometemos a sumar todos nuestros esfuerzos para lograr mantener a ENTEL Bolivia como una empresa líder en el ramo de las telecomunicaciones, con el fin de satisfacer la demanda y las necesidades de los habitantes del Estado Plurinacional de Bolivia.³

² "Historia de Entel", [en línea]. 15 de diciembre 2016, [03 de septiembre de 2017]. Disponible en la Web: <http://www.entel.bo/inicio3.0/index.php/presentacion1/historia>

³ "Misión y visión de Entel", [en línea]. 15 de diciembre 2016, [03 de septiembre de 2017]. Disponible en la Web: <http://www.entel.bo/inicio3.0/index.php/presentacion1/mision>

1.3. Objetivos Estratégicos de Entel S.A.

- Entel asume la industria de las telecomunicaciones a través de internet brindando todos los servicios de datos y voz de IP.
- Establecer un centro de datos nacional que pueda ofrecer servicios tecnológicos (Almacenamiento seguro, Servicios en la Nube, Servicios Financieros, entre otros), al Estado, Municipios e inclusive Empresas Internacionales (Google, Facebook, Netflix)
- Aprovechar todas las ventajas y capacidades de Fibra Óptica que se implementará en Bolivia para ofrecer todos los servicios posibles (Internet, Televisión IP, Telefonía IP, Facturación, Pago de Servicios Básicos, Computación en la Nube, Internet de las Cosas).
- Unir mediante fibra óptica el Pacífico con el Atlántico con estándares de calidad internacionales de tal forma de convertir a Bolivia en el nodo de comunicación de Sudamérica.
- Liderizar la implementación del IP Nacional y la Intranet Bolivia que permita gestionar el tráfico de información de forma local sin la necesidad que salga al exterior, asegurando al mismo tiempo la información estratégica del Estado.
- Desarrollar servicios de telecomunicaciones ofreciendo ancho de banda ilimitado al usuario. Asimismo adoptando el modelo de pago de servicios por consumo (solo se paga lo que se consume), al igual que los servicios básicos de electricidad, gas o agua.⁴

⁴ "Objetivos Estratégicos de Entel", [en línea]. Publicado 15 de diciembre 2016, [03 de septiembre de 2017]. Disponible en la Web: <http://www.entel.bo/inicio3.0/index.php/presentacion1/objetivos-estrategicos>

1.4. Estructura Organizacional de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones ENTEL S. A.

La Empresa Nacional de Telecomunicaciones Entel S. A., está estructurado por los siguientes niveles organizacionales:

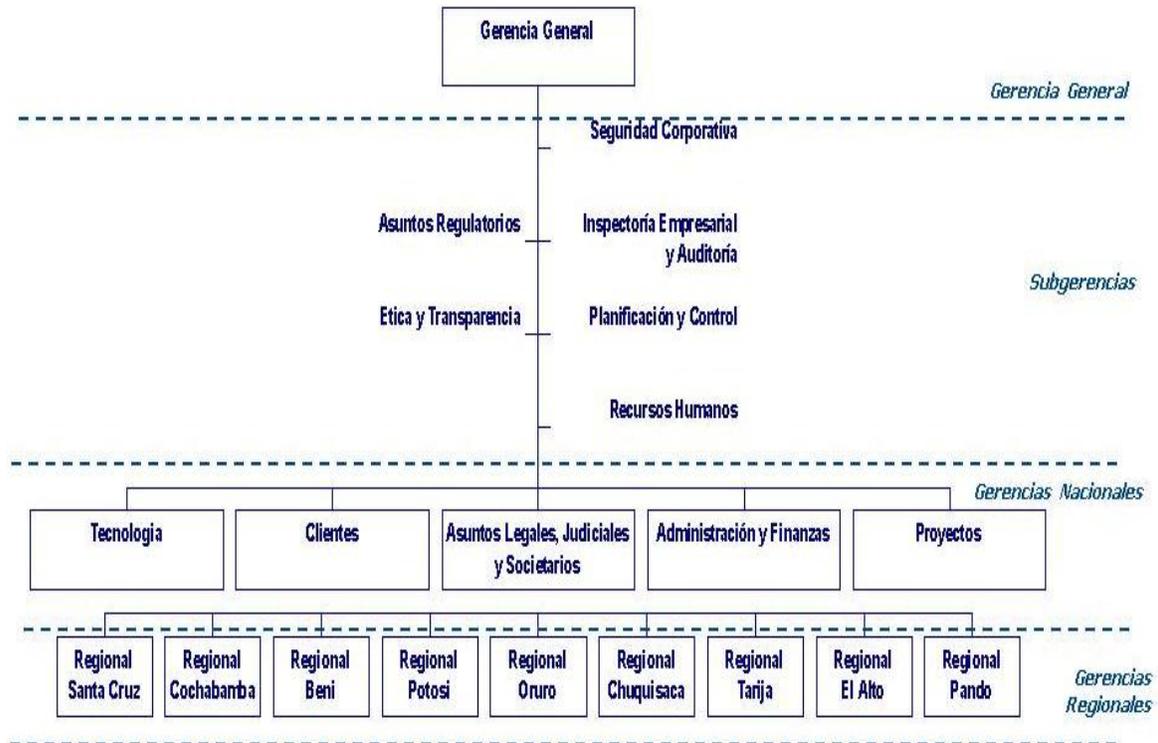


Figura N° 1.1. Organigrama Entel S. A.⁵

1.4.1. Nombre de la Entidad Tutora

La Subgerencia de Desarrollo Rural que se encuentra a cargo de la Gerencia Nacional de Tecnología, que es la encargada de ejecutar el Proyecto Telecentros Satelitales Integrales fase 2, es el área solicitante para la contratación de Consultores a nivel nacional bajo la supervisión de la Unidad de Programa Nacional de Telecomunicaciones de Inclusión Social PRONTIS del Viceministerio de Telecomunicaciones.

⁵ "Organigrama Entel", [en línea]. 28 de diciembre 2016, [03 de septiembre de 2017]. Disponible en la Web: <http://www.entel.bo/inicio3.0/index.php/r-r-h/organigrama>

1.4.2. Estructura de la Sub Gerencia de Desarrollo Rural

La Subgerencia de Desarrollo Rural se encuentra estructurada de la siguiente manera:

- Gerencia General
 - Gerencia Nacional de Clientes
 - Gerencia Nacional de Asuntos Legales
 - Gerencia Nacional de Administración y Finanzas
 - Gerencia Nacional de Proyectos
 - Gerencia Nacional de Tecnología
 - Subgerencia de Red de Acceso móvil y Core
 - Subgerencia de Operación y Mantenimiento
 - Subgerencia de Transmisión Larga Distancia y Acceso IP
 - Subgerencia de Desarrollo Rural
 - Profesional de Desarrollo Rural
 - Auditor Proyecto TSI
 - Supervisor Desarrollo Rural
 - Consultor Administrador
 - Consultor Coordinador
 - Consultor Técnico
 - Consultor Social
 - Consultor Civil

1.4.3. Programa Nacional de Telecomunicaciones de Inclusión Social (PRONTIS)

Mediante la ley N° 164 General de Telecomunicaciones, Tecnologías de Información y Comunicación se crea el Programa Nacional de Telecomunicaciones de Inclusión Social – PRONTIS, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, destinado al financiamiento de programas y proyectos de telecomunicaciones y tecnologías de información y comunicación, que permitan la expansión de redes de telecomunicaciones y

desarrollo de contenidos y aplicaciones, para el logro del acceso universal en áreas rurales y de interés social.⁶

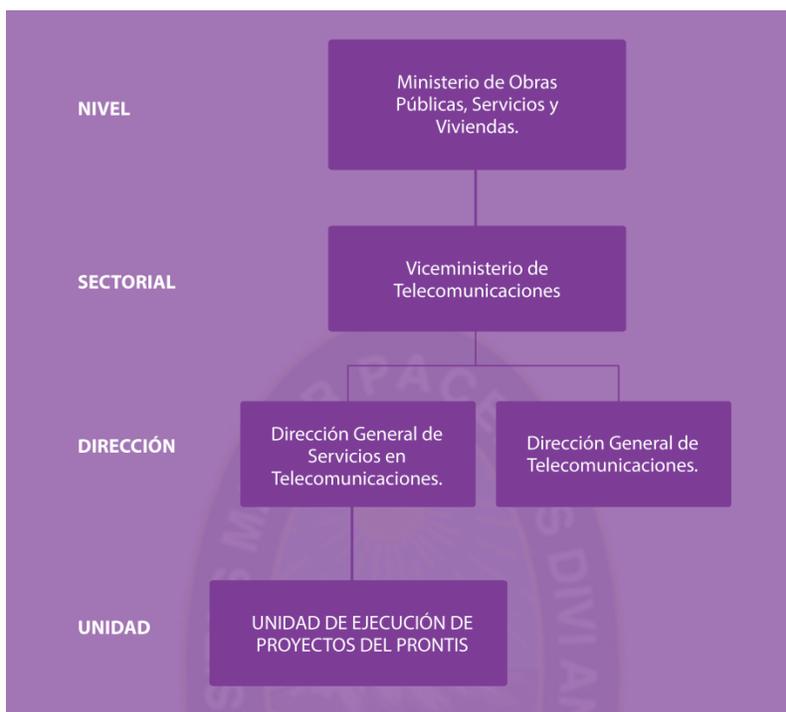


Figura N° 1.2. Diagrama Organizacional del PRONTIS.⁷

La Unidad de Ejecución de Proyectos del PRONTIS cuenta con cuatro competencias principales:



Figura N° 1.3. Diagrama Competencias Principales del PRONTIS.

⁶ “Programa Nacional de Telecomunicaciones de Inclusión Social” [en línea], [03 de septiembre de 2017]. Disponible en la Web: <http://www.prontis.gob.bo/index.php#biblioteca>

⁷ <http://www.prontis.gob.bo/#intro>

El PRONTIS a partir del año 2009 va implementando gradualmente telecentros Satelitales Integrales comunitarios a nivel nacional en distintas fases en la actualidad cuenta con 3173 telecentros comunitarios instalados.

PROYECTO	CANTIDAD
TELECENTROS COMUNITARIOS	73
TELECENTROS COMUNITARIOS RURALES	600
TELECENTROS SATELITALES INTEGRALES FASE I	1004
TELECENTROS SATELITALES INTEGRALES FASE II	1500
TOTAL	3177

Tabla N° 1.1. Telecentros Instalados Por Entel Con Recursos PRONTIS - MOPSV⁸

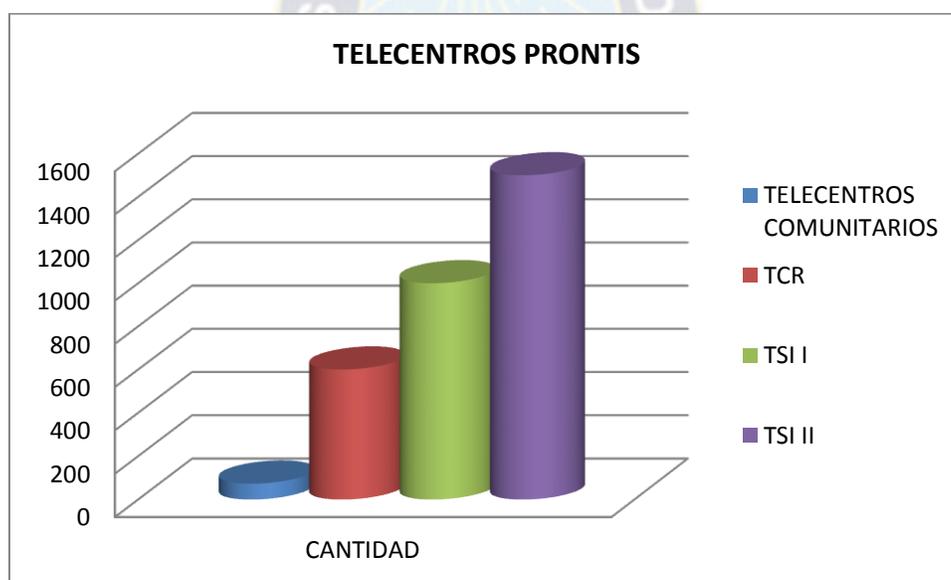


Figura Nro. 1.3. Telecentros instalados ENTEL - PRONTIS (Fuente Propia)

⁸ <http://www.prontis.gob.bo/#intro>

1.5. Enunciado del Cargo Desempeñado

La Empresa Nacional de Telecomunicaciones Sociedad Anónima (ENTEL S.A.) en cumplimiento a normas internas en vigencia, efectúa la contratación de Consultor Técnico dentro el Proyecto "Consultores Proyecto Telecentros Satelitales Integrales - Fase II"

1.5.1. Objeto

- ✓ Brindar soporte y mantenimiento en sitio a los Telecentros y estaciones de telefonía móvil a nivel nacional.
- ✓ Prospección técnica de localidades.
- ✓ Coordinación con autoridades de los municipios y comunidades.
- ✓ Supervisión de los trabajos de instalación.
- ✓ Realizar las pruebas de aceptación técnica y controles de calidad.
- ✓ Realizar las tareas encomendadas relacionadas al proyecto.
- ✓ Realizar informes requeridos.

1.5.2. Resultados Esperados

- ✓ Presentación de informes según formato establecido para el 100% de las localidades asignadas.
- ✓ Realización de ATPs (Protocolos técnicos de aceptación) asignados según cronograma.
- ✓ Levantamiento/verificación de inventarios y toda la información del Telecentro.
- ✓ Diagnóstico de equipos con fallas.
- ✓ Atención de reclamos presentados y reposición de funcionalidad de los sitios reportados con falla.

1.5.3. Experiencia Requerida

- ✓ Diseño, instalación o mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones, instalaciones eléctricas, redes de computadoras.
- ✓ Sistemas Satelitales, fotovoltaicos, BTS. (Radio Bases)
- ✓ Servicios de Ubicación geográfica (GIS, GPS, BRÚJULA, etc...).
- ✓ Atención de clientes.

1.5.4. Requisitos Solicitados:

- ✓ Capacidad de trabajo en equipo
- ✓ Trabajo bajo presión
- ✓ Alto sentido de responsabilidad y compromiso
- ✓ Proactivo, disciplinado y organizado
- ✓ Disponibilidad para realizar viajes a zonas rurales a nivel nacional durante la mayor parte del mes.
- ✓ Buen trato con las personas
- ✓ Disponibilidad inmediata.
- ✓ Licencia de Conducir

1.5.5. Obligaciones del Consultor

- ✓ Realizar la coordinación de sus actividades con los coordinadores designados.
- ✓ Presentar los informes requeridos en los plazos establecidos.
- ✓ Realizar las actividades designados con responsabilidad y profesionalismo.

1.5.6. Supervisión y Contraparte

La supervisión estará a cargo de la subgerencia de Desarrollo Rural.

1.5.7. Lugar y Plazo

El lugar de trabajo se realizara a nivel nacional, en comunidades, municipios y en oficinas designadas por ENTEL S.A. La consultoría se divide en dos contratos de seis meses y cada una con su adenda igual al contrato original del 04 de Abril de 2015 al 03 de Abril de 2016 y del 08 de Junio de 2016 al 07 de junio de 2017.

1.6. Aspectos Centrales Caracterizadores de la Actividad Desarrollada

Durante la gestión 2014 se comienza el proyecto “Telecentros Satelitales Integrales TSI”, cuyo objetivo es brindar acceso a los servicios de Internet, telefonía pública y televisión satelital en unidades educativas y centros de salud de 1004 poblaciones rurales de todo el país con limitado o ningún acceso a estos servicios.⁹

La segunda fase del Proyecto TSI (Telecentros Satelitales Fase II), prevé la instalación de 1500 Telecentros a nivel nacional, en Unidades Educativas de zonas rurales y de interés social.⁶ Además agrega la implementación de Micro Radio Bases para poblaciones que no cuenten con servicio de telefonía pública.

1.7. Productos más significativos de esta actividad

Se resuelve el problema de comunicaciones en las localidades beneficiadas con el proyecto Telecentros Satelitales Integrales, ya que estas cuentan con servicio de telefonía pública, internet de banda ancha y televisión satelital en el telecentro de la Unidades Educativa de la localidad.

⁹ Sistemas - Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda (2012)[en línea].”Telecentros Satelitales Integrales”. [03 de septiembre de 2017] Recuperado de: https://vmtel.oopp.gob.bo/index.php/informacion_institucional/Telecentros-Satelitales-Integrales-TSI,1066.html

Al obtener los beneficios de los telecentros la población debe de obtener antes una capacitación oportuna y actualizada que mejorar su calidad de vida como a continuación se describe:

El proyecto contempla la capacitación a los pobladores de la zona rural en diversos temas de interés (salud, negocios, educación agropecuaria, organización, valores, artesanías); capacitando a los pobladores, entre adultos y jóvenes, pertenecientes a los distritos donde interviene la actividad. Se desarrollaron temas de nutrición, derechos humanos, historia de los medios de comunicación, generación de contenidos, proyecto de vida, identificación y formulación de proyectos.

En educación realizar un buen manejo de los computadores mejorando su aprendizaje realizando contenidos de apoyo para su formación, tanto por estudiantes y docentes, tal contenido podría ser compartido en su comunidad hasta a otras comunidades.



CAPITULO II

GENERALIDADES

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del Problema

La falta de servicios de comunicaciones en zonas rurales de nuestro país hace que sus pobladores no cuenten con posibilidades de desarrollo, más aun cuando nos encontramos en una época de grandes avances tecnológicos. Además que la falta de estos servicios repercuten en la educación y la salud, ya que los niños no están actualizados o tienen limitaciones para poder acceder a la información y a la capacitación de los jóvenes. La comunicación para el área de la salud es primordial ya que al no existir medios de comunicación, fácilmente se juega con la vida de las personas y que el factor económico se encuentra paralizado por no contar con información para la búsqueda de mercados para los productores de la región.

2.2. Formulación del Problema

En nuestro país en vía de desarrollo, muchas regiones rurales con baja densidad poblacional carecen de servicios de comunicaciones por falta de interés comercial de las empresas de telecomunicaciones en brindar estas prestaciones. Esta situación dificulta a la población rural acceder a una adecuada educación, a la actividad económica, la atención de la salud en casos de urgencia, y provoca todo tipo de problemas a las comunidades que tienen estas carencias.

De todo esto, nos planteamos la interrogante:

¿La instalación de telecentros que brindaran servicios vía satélite va a beneficiar en costos, tecnología, capacitación y posibilidades de crecimiento para las localidades beneficiadas?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo Principal

- El objetivo principal es otorgar servicios de telecomunicaciones a 1.500 localidades rurales que tengan poblaciones entre 200 y 1.000 habitantes, que no hayan sido beneficiadas con proyectos similares en el pasado.
- Proveer los servicios de Internet de Banda Ancha, Telefonía Pública y Televisión por Suscripción (DTH) en localidades rurales de todo el país, mediante el sistema satelital, garantizando una alta disponibilidad.
- Se instalara un telecentro por localidad seleccionada y si la localidad no cuenta con servicio de telefonía celular, se instalara además una estación base en alrededores de la localidad.

2.3.2. Objetivos Específicos

- Promover el uso de tecnologías de información en zonas rurales y de interés social.
- Proporcionar entrenamiento técnico sobre el uso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y comunicación a personas que puedan replicar dichos conocimientos en las localidades beneficiadas por el proyecto.
- Difundir e incentivar el uso de los servicios de telecomunicaciones como una herramienta para impulsar el desarrollo educativo, económico y social.
- Proporcionar la generación de un marco favorable para la generación de contenidos y el uso de la televisión con fines educativos.

2.4. Justificación

2.4.1. Justificación Económica

El proyecto Telecentros Satelitales Integrales, no tiene una justificación económica ni se orienta a incrementar la participación del mercado de Entel S.A. Se trata de un proyecto social, enfocado a impulsar el desarrollo económico social del área rural del país acorde con las políticas del actual gobierno.

2.4.2. Justificación Social

En materia de telecomunicaciones nuestro país tiene retraso en lo que respecta al acceso de las telecomunicaciones. El censo del año 2012 muestra que menos del 25% del total de las viviendas bolivianas cuentan con una computadora y menos del 10% tiene acceso al servicio de internet.

Tabla N° 2.1. Bolivia: Viviendas particulares con ocupantes presentes con computadora e internet, Censo 2012

DEPARTAMENTO	TOTAL	INTERNET	COMPUTADORA
Chuquisaca	149,078	8,1	21,4
La Paz	849,751	7,9	23,4
Cochabamba	515,837	9,2	23,1
Oruro	152,056	6,6	22,7
Potosí	240,477	3,2	14,4
Tarija	126,257	9,6	24,3
Santa Cruz	644,04	16	27,1
Beni	94,14	6,3	16,2
Pando	25,593	6,5	17,7
TOTAL	2797,229	9,6	23

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - Censo de Población y Vivienda 2012¹⁰

¹⁰ <http://www.ine.gob.bo/index.php/prensa/notas-de-prensa/itemlist/category/152-mayo-2017?start=8>

A pesar los esfuerzo realizados, a la fecha aún se observan que poblaciones rurales alejadas evidencian un acceso limitado o nulo a los servicio de telecomunicaciones, siendo las cabinas telefónicas, en caso de existir alguna, el único medio de comunicación de la población o comunidad.

Esta situación obedece a que las localidades antes mencionadas se consideren como no rentables para las empresas operadoras de servicios de telecomunicaciones.

En este contexto el Proyecto Telecentros Satelitales Integrales, propone proveer el servicio de internet, telefonía y televisión, a las unidades educativas de poblaciones rurales que no cuentan con estos servicios.

2.4.3. Justificación Técnica

El lanzamiento del satélite Tupak Katari, permite el despliegue de tecnologías aplicables a las áreas de salud y educación, además de favorecer el desarrollo de otro tipo de actividades de carácter comercial, social o gubernamental. El uso de sistemas de acceso satelital, permite alcanzar a las localidades alejadas dispersas rápidamente, a un costo relativamente bajo.

En resumen, las razones principales que justifican la razón del proyecto son:

- Falta de acceso a las tecnologías de la información y comunicaciones en localidades rurales.
- Falta de interés de los proveedores de servicios de telecomunicaciones por ampliar su cobertura en área que no tienen atractivo comercial y económico.
- Dar uso de nuestro Satélite Túpac Katari, acortando las distancias entre el área rural y urbana.

2.5. Delimitación

2.5.1. Delimitación Temática

Si bien los servicios de acceso satelital no son nuevos, existen limitaciones para el acceso a la información técnica y financiera de las diferentes áreas que participan para el diseño, la implementación y funcionamiento de los Telecentros Satelitales Integrales fase II, ya que los trabajos realizados por el consultor durante la consultoría son de propiedad intelectual de ENTEL S.A.

La bibliografía sobre telecentros satelitales integrales instalados en Bolivia no se encuentra disponible en las casas Editoriales, para lo cual se recurre a la investigación vía internet, visitando las paginas oficiales del Viceministerio de Telecomunicaciones, La Agencia Boliviana Espacial, Empresa Nacional de Telecomunicaciones, PRONTIS y otras que contienen exquisita información sobre el tema que se lleva a bordo.

El Proyecto contempla 3 áreas, que se diferencian por sus especialidades:

El Área Social, encargados para la socialización del proyecto y firma de contratos con los diferentes municipios. El Área Civil, encargados para la supervisión de obras civiles e infraestructura de las torres de telecomunicaciones y El Área Técnica, que es la encargada de la supervisión de las instalaciones, funcionalidad de los equipos de telecomunicaciones, aprobación final de los sitios y entrega a Operación y Mantenimiento de Entel S. A., por la presente aclaración este informe se enmarca solo en el área telecomunicaciones del Proyecto.

2.5.2. Delimitación Temporal

El presente trabajo se desarrolló 04 de Abril de 2015 al 03 de Abril de 2016 y del 08 de Junio de 2016 al 07 de junio de 2017.

2.5.3. Delimitación Espacial

El Proyecto TSI Fase II, está enfocado esencialmente a integrar 1500 localidades del área rural a nivel nacional, y que en forma experimental y para fines de cálculos, diseños y por naturaleza del contrato suscrito entre la Empresa Nacional de Telecomunicaciones Entel y la Consultoría se tomaran en cuenta poblaciones de la ciudad de la Paz.



CAPITULO III

MARCO CONCEPTUAL GENERAL

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. Definición de Satélite

En términos astronómicos, un *satélite* es un cuerpo celeste que gira en órbita en torno a un planeta (por ejemplo, la Luna es un satélite de la Tierra). Sin embargo, en términos aeroespaciales un satélite es un vehículo espacial lanzado por humanos, que describe órbitas alrededor de la Tierra o de otro cuerpo celeste. Los satélites de comunicaciones son fabricados por el hombre y giran en órbita en torno a la Tierra, permitiendo efectuar una multitud de comunicaciones hacia una gran variedad de consumidores, incluyendo suscriptores militares, gubernamentales, privados y comerciales.¹¹

3.2. Comunicaciones por Satélite

La ITU define a las comunicaciones como *“toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o información de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otras sistemas electromagnéticos”*¹². Esta definición abarca todas las comunicaciones; pues entonces las comunicaciones por satélite son las que utilizan el satélite (repetidor en el cielo) como un punto superior para un enlace de telecomunicaciones entre puntos de la tierra (fijos o móviles), o aquellas en que las telecomunicaciones son los únicos medios posibles para transmitir informaciones de todo género entre el satélite, la tierra, y viceversa.

Las comunicaciones vía satélite han alcanzado en la actualidad una etapa muy interesante en su desarrollo. Los satélites de comunicaciones permiten hoy en día establecer enlaces

¹¹ Tomasi, Wayne. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas

¹² Definición oficial de la International Telecommunication Union (ITU) extraída de https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/3F/01/T3F010000010001MSWS.docx

con lugares muy alejados o que inicialmente eran inaccesibles; y la cantidad y variedad de información que transmiten y reciben es sorprendente. Por ejemplo, se pueden ver “en vivo” programas de televisión que se están transmitiendo en otra ciudad o país, hablar por teléfono a cualquier parte del mundo, transmitir todas las páginas de un periódico a un lugar remoto para que se imprima localmente, realizar juntas de trabajo a distancia mediante teleconferencias, etc.

Definitivamente, una definición acertada que engloba todo el desarrollo de las comunicaciones por satélite es: *“los sistemas vía satélite son capaces de proveer servicios de comunicaciones virtualmente a cualquier parte del mundo sin discriminación en precios o geografía. Ninguna otra tecnología –incluyendo fibra óptica– puede conseguir este objetivo y ninguno puede lograr la promesa de universalidad geográfica”*¹³.

En esencia, se puede definir un satélite como un repetidor radioeléctrico ubicado en el espacio, el cual recibe señales generadas en la tierra, las amplifica y las devuelve a la tierra. Es decir en un centro de comunicaciones que procesa datos recibidos desde nuestro planeta y los envía de regreso, hacia otro punto distante del inicial.

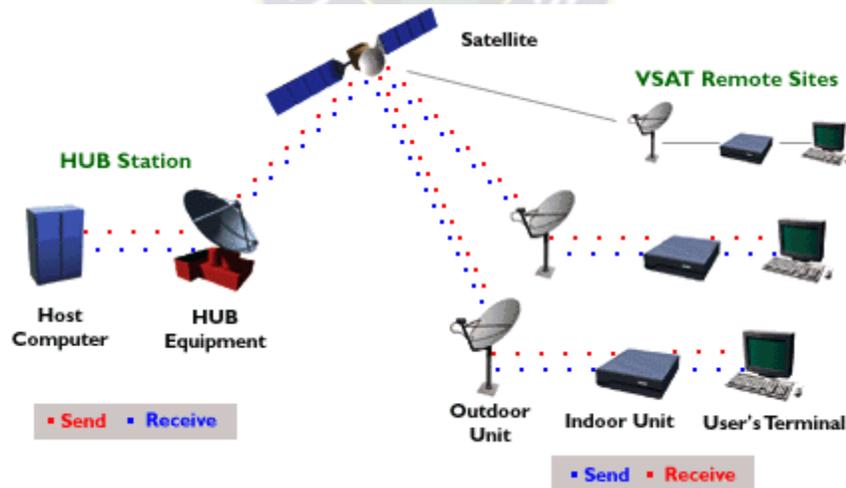


Figura 3.1. Configuración de un sistema de Comunicaciones por Satélite¹⁴

¹³ Definición extraída de <http://www.intelsat.com>

¹⁴ Imagen disponible en: <http://www.deiea.net/wp-content/uploads/2015/07/vsatanim.gif>

Un sistema de comunicaciones por satélite consiste básicamente de un transpondedor o transponder (repetidor de radio en el espacio), una estación central ubicada en tierra la cual controla el funcionamiento del satélite y una red de usuario que proporciona las facilidades para transmisión y recepción de tráfico de comunicaciones, a través del sistema de satélite.

En cuanto a las transmisiones por satélite hay que mencionar que estas se pueden catalogar como de bus y de carga útil. La de bus incluye mecanismos de control que apoyan la operación de carga útil. La de carga útil es la información del usuario que será transportada a través del sistema. Cabe mencionar que aunque en los últimos años la demanda de los servicios de datos y video ha aumentado considerablemente, la transmisión de señales de voz convencional (en forma digital o analógica) constituye el grueso de volumen de carga útil de la comunicación por satélite.

3.2.1. Breve Historia

La idea de los satélites de Telecomunicaciones apareció poco después de la Segunda Guerra mundial. En 1945, el oficial de radar de la RAF Arthur C. Clarke proponía la colocación en órbita de tres repetidores separados entre sí por un ángulo de 120 grados a 36000 Km. sobre la superficie de la tierra en una órbita situada en un plano coincidente con el plano ecuatorial terrestre, el cual podía abastecer de comunicaciones de radio y televisión a todo el globo¹⁵; tal como se muestra en la Figura 3.2.

Cuando terminó la guerra no existían medios para colocar satélites en órbita terrestre baja ni mucho menos en órbita geoestacionaria. Sin embargo los primeros experimentos de utilización del espacio para propagación de radiocomunicaciones lo realizaron las dependencias militares de los Estados Unidos y la ex Unión Soviética utilizando nuestro satélite natural, la Luna, como un reflector pasivo.

¹⁵ Este artículo titulado “Relés extraterrestres” apareció publicado por primera vez en el número de octubre de 1945 de la revista Wireless World. <http://www.oocities.org/capecanaverall/3241/historis.htm>

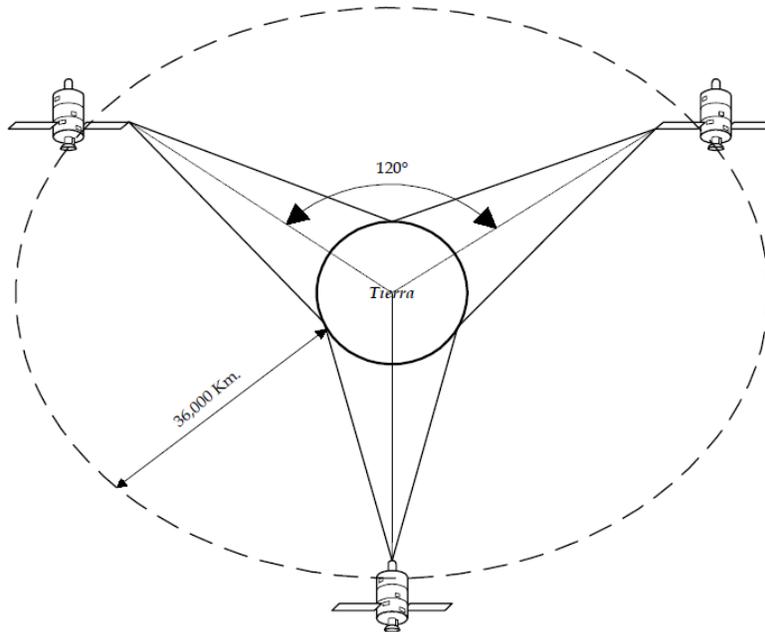


Figura 3.2. Cinturón de Clarke cubriendo la tierra.¹⁶

En 1957, la Unión Soviética lanzó el Sputnik I, el cual llevaba a bordo un radiofaro que era capaz de recibir, amplificar y transmitir señales en frecuencias de 20 Mhz. Y 40 Mhz. Más adelante Estados Unidos lanza el Explorer I. En 1958, la NASA lanzó el Score el cual emitió el primer mensaje almacenado en un satélite ya que el Score recibía transmisiones de las estaciones terrestres, las almacenaba en una cinta magnética y las emitía a otras estaciones terrestres más adelante en su órbita. En 1960 lanza el Echo, el cual reflejaba pasivamente las señales de radio emitidas desde una antena terrestre grande con el cual se logró la primera transmisión trasatlántica.

En 1962, AT&T lanzó el primer satélites de comunicaciones verdadero en órbita baja que recibía y transmitía simultáneamente; el Telstar I el cual sólo duro unas cuantas semanas debido a daños producidos por radiaciones provenientes del cinturón de Van Allen. El Telstar II, lanzado en 1963, era idéntico al Telstar I pero protegido contra radiaciones y fue usado para transmisiones comerciales de teléfono, televisión, facsímiles y datos. Sus estaciones terrestres estaban situadas en Andover, Maine (Estados Unidos), Goonhilly

¹⁶ Imagen disponible en. <https://comunicacionesvsat.files.wordpress.com/2010/11/tres-satelites.jpg>

Downs (Reino Unido) y Pleumeur-Bodou (Francia). Muchos historiadores fechan a este año como el año del nacimiento de la aldea mundial de comunicaciones.

Al Telstar I y Telstar II, le siguieron el Relay I y el Relay II. En 1963 el Syncom II se colocó en órbita sincrónica sobre el Atlántico. La órbita del Syncom II tenía una inclinación de 28°, por lo que parecía describir un ocho sobre la tierra. En ese mismo año, el Relay I enlazó Río de Janeiro (Brasil), Lagos (Nigeria) y New Jersey en una breve conversación entre tres continentes. El Syncom III se situó directamente sobre el ecuador en 1964, cerca de la línea internacional del tiempo, y retransmitió en directo la ceremonia de apertura de los juegos olímpicos en Japón. "En directo vía satélite": el mundo se sobrecogió al conocer las posibilidades de los satélites de comunicaciones.

Al comprender el potencial de las comunicaciones por satélite, los Estados Unidos propone la formación del consorcio INTELSAT, el cual lanza su primer satélite comercial para comunicaciones, el Intelsat I conocido como Early Bird. Intelsat I entró en servicio en 1965 con 240 circuitos telefónicos. Era un cilindro de 0,72 metros de ancho por 0,59 metros de alto, y su peso era de 39 kilogramos. Las celdas solares que lo envolvían suministraban 40 vatios de potencia y para simplificar el diseño el sistema estaba estabilizado por rotación. El Early Bird estaba diseñado para funcionar durante dieciocho meses, pero permaneció en servicio durante cuatro años. Con posterioridad se lanzaron sucesivos satélites Intelsat los cuales fueron aumentando su capacidad de retransmisión de canales telefónicos y televisivos.

El Intelsat no es el único sistema de satélites de comunicaciones en funcionamiento. A medida que avanzaba la tecnología y descendían los precios, la conveniencia de los satélites de comunicaciones dedicados crecía. Resultaba atractivo, desde el punto de vista comercial, construir los satélites según las necesidades de los distintos estados, firmas, compañías de navegación y otras organizaciones con un gran volumen de tráfico de comunicaciones entre puntos separados por varios centenares de kilómetros. El primer país que contó con un sistema interior fue Canadá que lanzó el Anik I de 1972. España cuenta con su propio sistema de satélites denominado Hispasat. Otra red muy utilizada, aunque no tan conocida,

es la DSCS del departamento de Defensa de los Estados Unidos con su serie de satélites DSCS. Otras redes de satélites militares norteamericanos son el FLTSATCOM y el AFSATCOM.

3.2.2. Partes de un Sistema de Comunicaciones vía satélite

En general, un sistema de comunicaciones por satélite está formado por dos segmentos: el segmento terrestre y el segmento espacial.

El segmento terrestre está formado por las distintas estaciones terrenas destinadas a la recepción y transmisión de señales mediante la utilización de satélites de comunicaciones. Dentro de las estaciones terrenas podemos mencionar las estaciones maestras (conocidas como Hubs) que se encargan de la gestión del sistema y habitualmente constituyen el nodo principal de la red; y las estaciones remotas las cuales pueden ser de alto tráfico y de bajo tráfico según el número de canales de acceso que posean.

El segmento espacial lo forman todos aquellos componentes necesarios para posibilitar el funcionamiento del satélite; es decir el segmento espacial está formado por:

- a) Satélite de comunicaciones; que está formado por un conjunto de repetidores o transpondedores y por sistemas de apoyo. Los equipos de comunicaciones, incluyendo antenas y repetidores forman parte de la carga útil del satélite.
- b) Estación TT&C; que posee todos los equipos necesarios para mantener al satélite en su posición orbital, posibilitando la realización desde tierra de todas las operaciones necesarias para tal fin. Esta estación es propiedad del dueño del satélite.
- c) Lanzadores; que son los encargados de poner al satélite en su órbita predeterminada. Estos lanzadores son desarrollados por los países con un mayor avance científico en lo que se refiere a tecnología de satélites como son Francia, Estados Unidos, Rusia, India, China, etc.

3.3. Patrones Orbitales

Los patrones orbitales constituyen las diferentes órbitas en las cuales se colocan los satélites. Los satélites se lanzan al espacio y se sitúan en una determinada órbita de la tierra que puede ser elíptica (no geoestacionaria) o circular (geoestacionaria). En las órbitas elípticas, los satélites tienen velocidad variable (mayor y menor velocidad en el perigeo y apogeo respectivamente)¹⁷ y se utilizan para actividades de reconocimiento. En las órbitas circulares la velocidad de los satélites es constante y son utilizados para comunicaciones.

Una vez situado en la órbita circular, el satélite se mantiene en ella gracias al equilibrio de fuerzas que se produce entre la fuerza gravitacional de atracción entre la Tierra y el satélite, y la fuerza centrífuga que actúa sobre el satélite debido a su movimiento circular con la Tierra como centro de dicho movimiento y se conocen como:

- **LEO: Low Earth Orbit.**

Comúnmente conocida como "órbita baja", es una amplia franja orbital que se sitúa entre los 160 Km de altura y los 2000 Km de altura. Como la velocidad orbital es mayor cuanto más baja sea la órbita, los objetos situados en esta franja se mueven a gran velocidad respecto de la superficie terrestre, cubriendo una órbita completa en minutos o pocas horas. La desventaja es que, como están "rozando" las capas exteriores de la atmósfera terrestre, tienen un rápido decaimiento orbital y necesitan ser reposicionados con frecuencia para devolverlos a la altura orbital correcta. Es la clase de órbita circular donde se encuentra la Estación Espacial Internacional, la gran mayoría de los satélites meteorológicos o de observación, y muchos satélites de comunicaciones.

- **MEO: Medium Earth Orbit**

Órbita circular intermedia, entre 2.000 y 36.000 Km de distancia de la superficie terrestre,

¹⁷ El Perigeo corresponde a la mínima distancia que logra un satélite cuando gira alrededor de la tierra en órbita elíptica. El Apogeo es la máxima distancia que hay desde la tierra hasta un satélite que se encuentra orbitando la tierra en forma elíptica.

con un período orbital promedio de varias horas (12 horas en promedio) Usada por satélites de observación, defensa y posicionamiento, como las redes satelitales de GPS, y los satélites Glonass rusos o los Galileo europeos. Un tipo especial de órbita intermedia es la órbita Molnya, especialmente usada por los países cercanos al círculo polar ártico. Esta órbita desarrollada por Rusia, es altamente elíptica y muy inclinada, de modo tener alta visibilidad desde las zonas polares. La ventaja de ésta órbita es que permite a los países nórdicos establecer satélites de comunicaciones para las regiones donde los geoestacionarios no pueden llegar.

- **GEO: Geostationary Orbit**

Es quizás la más conocida de todas: la órbita geoestacionaria. Esta órbita ecuatorial se ubica a 35.786 km de la superficie terrestre y tiene un período orbital de exactamente 23,93446 horas (coincidiendo con la duración del día sideral), lo que hace que los satélites puestos en esa órbita parezcan "inmóviles" en el espacio, ya que rotan con la misma velocidad angular que la tierra. A continuación, se muestra una tabla comparativa de las características más importantes de las tres orbitas mencionadas.

Tabla 3.1. Comparación de características de las órbitas LEO, MEO y GEO¹⁸

	LEO	MEO	GEO
Altitud (Km.)	700 a 1400	10000 a 15000	36
Retardo	0,05 seg.	0,10 seg.	0,25 seg.
Angulo de elevación	Bajo	Medio a alto	Bajo a medio
Pérdidas de llamadas	Frecuente	Infrecuente	Nunca
Nivel de Operaciones	Compleja	Media	Simple
Costo del segmento espacial	Alto	Bajo	Medio
Tiempo de vida del satélite	3 a 7 años	10 a 15 años	10 a 15 años
Costo de la estación terrena	Alto	Medio	Bajo
Posibilidad de terminales móviles	Si	Si	Si
Posibilidad de conexión punto a punto	Si	Si	Si
Posibilidad de redes VSAT	Si	Si	Si
Posibilidad de transmisión de TV	No	No	Si

¹⁸ Disponible en: <http://curioseantes.blogspot.com/2015/10/leo-meo-geo-heo-y-sso.html>

3.4. Tópicos de Referencia para un Enlace Satelital

Para implementar un enlace satelital se requiere conocer y calcular ciertos parámetros propios del enlace los cuales dependen de muchos factores que se irán nombrando posteriormente. Dentro de éstos parámetros tenemos los ángulos de vista, el patrón de radiación del satélite y el cálculo del enlace propiamente dicho. Para calcular estos parámetros, como es lógico, existen cálculos matemáticos los cuales nos proporcionan el valor exacto de aquellos. Las fórmulas matemáticas necesarias para este efecto se encuentran en los **Anexos I y II**.

Las recomendaciones IESS (Intelsat Herat Station Standard y SSOG (Guía de explotación del sistema de satélites) son procedimientos de pruebas de ajuste de estaciones terrenas satelitales, los cuales son realizadas por Intelsat justo antes del inicio del servicio para comprobar la estabilidad y la correcta asignación de parámetros de la estación terrena. También son utilizadas por otros operadores de satélite para efectuar sus pruebas de ajuste para el servicio satelital.

3.4.1. Ángulos de Vista

Debido a que las comunicaciones por satélite trabajan en altas frecuencias es necesario que el enlace requiera línea de vista. Para orientar una antena en línea de vista con el satélite se requiere ubicar ésta en una posición particular con referencia a dos posiciones angulares determinadas que son el ángulo de elevación y el ángulo de azimut. Además se considera también el ángulo de desplazamiento de polarización. El cálculo del ángulo de elevación y de azimut se puede realizar mediante cálculo matemático (**ver Anexo I**) o mediante tablas y gráficos¹⁹; aunque hoy por hoy este análisis numérico se encuentra plasmado en softwares propietarios de cada empresa operadora de satélites.

¹⁹ Estas tablas y gráficos son elaboradas para cada satélite y para cada región que cubre el satélite y, aunque son proporcionadas a las empresas que alquilan el servicio satelital, son propiedad de los fabricantes del satélite.

a) *Angulo de elevación*

Es el ángulo formado entre el eje horizontal y la dirección de una onda radiada desde una antena de la estación terrena hacia el satélite.

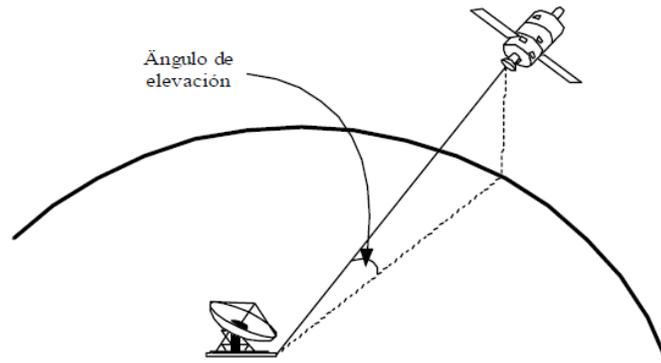


Figura 3.3. Angulo de elevación de una estación terrena. ²⁰

Se sabe que mientras más pequeño sea el ángulo de elevación, mayor será la distancia que una onda propagada debe pasar por la atmósfera de la tierra; por consiguiente si la onda es demasiado larga habrá mayor pérdida por absorción y mayor contaminación de la señal por ruido de la tierra. Generalmente, se considera 5° como el mínimo ángulo de elevación aceptable; y el ángulo de error máximo aceptable es de $0,2^\circ$. Para medir el ángulo de elevación de manera manual, se utiliza un inclinómetro.

b) *Angulo de Azimut*

Se define como el ángulo de apuntamiento horizontal de una antena; es decir es el ángulo que hay que hacer girar la antena (hacia el Este o el Oeste), desde el polo norte terrestre verdadero (norte magnético) hasta ubicarse en la línea del satélite. Por lo general, se debe considerar la medición del ángulo en sentido horario asumiendo el norte con un azimut de 0° y el sur con un azimut de 180° . Para medir el Azimut se utiliza una brújula.

²⁰ <http://viasatelital.com/blogs/?p=227>

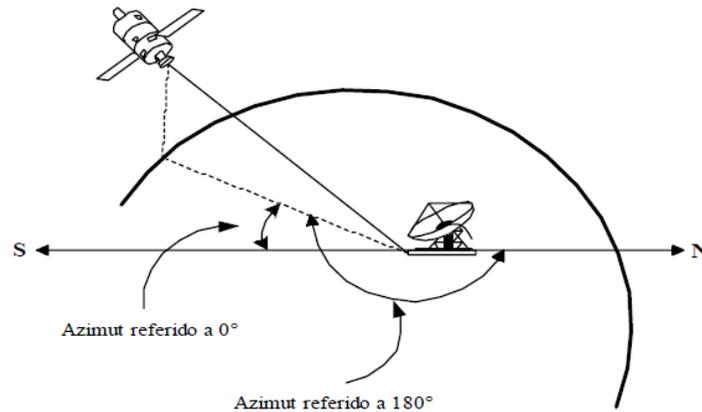


Figura 3.4. Angulo de Azimut de una estación terrena²¹

c) *Angulo de Desplazamiento de Polarización*

Es el ángulo que hay que girar el convertidor de la antena para que la polarización horizontal y la polarización vertical incidan perfectamente en el convertidor. Se sobreentiende que en una antena, o en satélites que emiten ondas electromagnéticas por polarización circular, no es necesario este parámetro.

Finalmente, cuando ya se ha orientado la antena se utiliza un medidor de intensidad de campo para testear el nivel de señal que se recibe, o bien se hace un loopback, y se ajusta la antena hasta obtener el máximo nivel de señal.

3.5. Antenas Terrestres para el Servicio Satelital

Una antena se puede definir como un sistema de conductores capaces de emitir y recibir ondas electromagnéticas de alta frecuencia, las cuales son conducidas hacia los equipos de transmisión y/o recepción a través de un tubo metálico conductor denominado Guía de Onda o un cable de bajas pérdidas según sea el caso. La orientación del campo eléctrico radiado desde una antena se denomina polarización, la cual puede ser lineal (horizontal o vertical), elíptica o circular.

²¹ <http://viasatelital.com/blogs/?p=227>

En las aplicaciones para comunicaciones satelitales se requieren antenas de ganancia y directividad extremadamente altas. Las antenas que proporcionan estos dos requerimientos son las antenas reflectoras parabólicas multihaz.

Una antena parabólica consta de dos partes: un reflector parabólico (elemento pasivo) y un mecanismo de alimentación (elemento activo). El reflector es solamente un dispositivo que refleja la energía irradiada por el mecanismo de alimentación. En realidad el mecanismo de alimentación de una antena es quien realmente irradia la energía electromagnética hacia el reflector. Dependiendo del tipo de mecanismo de alimentación es que se derivan las diferentes clases de reflectores parabólicos.

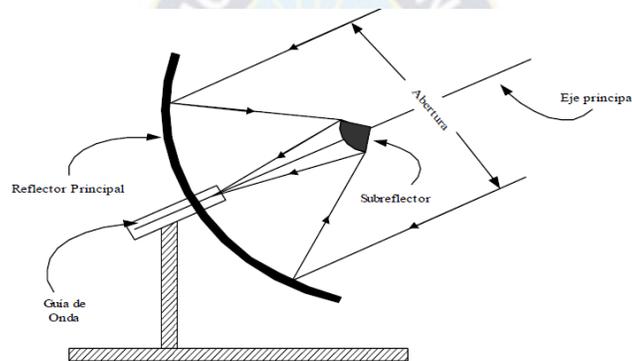


Figura 3.5. Antena parabólica tipo Cassegrain.²²

En la figura 3.12 se muestra una antena parabólica tipo Cassegrain en donde la principal fuente de radiación se localiza detrás del vértice de la parábola, la cual apunta a un reflector secundario (reflector Cassegrain). Los haces emitidos y/o recibidos del reflector principal son reflejados hacia o desde el reflector secundario (subreflector). Este tipo de reflector es utilizado en comunicaciones satelitales debido a que puede recibir señales extremadamente débiles por lo que, en recepción, es necesario colocar el paquete de LNA tan cerca de la antena como sea posible. Asimismo, con este tipo de subreflector Cassegrain, los preamplificadores se pueden colocar justo antes del mecanismo de alimentación y no ser una obstrucción para las ondas reflejadas.

²² <https://maam891.wordpress.com/2011/05/11/105/>

3.6. Satélite Tupak Katari

El satélite Túpac Katari (TKSAT-1) es un satélite de telecomunicaciones, diseñado para funcionar en las bandas de frecuencias satelitales C, Ku FSS, Ku BSS y Ka, siendo capaz de ofrecer servicios de telecomunicaciones tales como Voz, Datos y Video, siendo los principales servicios requeridos en la actualidad el de Internet y Televisión Satelital, que se provee a nuestro usuarios dispersos en todo el territorio nacional.

El satélite ofrece diferentes coberturas geográficas con diferentes antenas específicamente diseñadas para dar cobertura a determinados territorios de nuestro continente y proveer los servicios a los usuarios conforme a sus requerimientos. Los servicios provistos a través del satélite TKSAT-1 gozan de la confianza de nuestros usuarios y los mismos son provistos conforme a estándares internacionales de calidad y disponibilidad para servicios de telecomunicaciones.

Estamos contribuyendo a proveer servicios de telecomunicaciones a quienes no lo tienen en áreas remotas y dispersas de toda nuestra geografía, con el objetivo de disminuir la “brecha digital” y buscar la equidad de oportunidades para todos los Bolivianos.²³

Tabla Nro. 3.2. Ficha técnica TKSAT(Fuente Ficha Técnica TKSAT)

Información Técnica Satélite de Telecomunicaciones TKSAT-1			
Tipo de Satélite	Comunicaciones	Número de canales	30
Bandas de Frecuencias	C / Ku FSS / Ku BSS / Ka	Fecha de lanzamiento	Diciembre 2013
Vida útil estimada	15 años	Plataforma	DFH-4
Dimensiones	2360mm × 2100mm × 3600mm	Peso	5100 Kg.
Posición orbital	87.2° Oeste	Tipo de órbita	Geoestacionaria
Altitud orbital	36,000 Km.	Vehículo de lanzamiento	LM.3BE

²³ <https://www.abe.bo/ficha-tecnica-tnksat-1/>

Tabla Nro. 3.3. Parámetros de funcionamiento (Fuente Ficha Técnica TKSAT)

Banda Ku FSS		Banda Ku BSS	
Total Canales	22	Total transponders	4
Ancho de Banda por Canal	36 MHz	MHz por Transponders	36MHz
Polarización Uplink	V/H	Polarización Uplink	LHCP
Polarización Downlink	H/V	Polarización Downlink	RCHP
EIRP al borde de las áreas de Cobertura	(46 – 46 – 49) dBW	EIRP al borde del área de Cobertura	54 dBW
Banda Ka		Banda C	
Total Transponders	2	Total Transponders	2
MHz por Transponders	120 MHz	MHz por Transponders	28 MHz
Polarización Uplink	RHCP	Polarización Uplink	LHCP
Polarización Downlink	LHCP	Polarización Downlink	RHCP
EIRP al borde de las áreas de Cobertura	51 dBW	EIRP al borde de las áreas de Cobertura	(40,5 – 36) dBW

3.7.Sistemas Vsat

VSAT es el acrónimo de “Very Small Aperture Terminal”; y es definido, por tanto, como una pequeña estación terrestre con una antena de diámetro pequeño, la cual se utiliza para recibir y transmitir emisiones radioeléctricas desde y hacia un satélite predeterminado. Su principal ventaja radica en que los terminales VSAT brindan a los usuarios servicios de voz, datos y video comparables a las grandes estaciones terrenas y a las redes terrestres, a una fracción del costo.

La flexibilidad de una red VSAT permite una fácil gestión de la red y una rápida implantación en lugares de difícil acceso; además las redes VSAT se pueden adaptar rápidamente a los requerimientos de los usuarios debido a su gran variedad de configuraciones considerando inclusive la posibilidad de establecer enlaces asimétricos para las transmisiones inbound y outbound.

Económicamente una red VSAT empieza a ser más rentable en la medida que aumente el número de nodos (terminales terrestres). Puede ofrecer costos fijos por segmento de la red; es decir los costos de operación se mantienen constantes durante un largo período de tiempo; pudiendo así implantar redes corporativas insensibles a las fluctuaciones tarifarias.

En cuanto a las desventajas, la principal es el retardo de propagación de señal (un valor típico de 0,5 segundos en doble salto, generalmente para una configuración en estrella) debido a la gran distancia que tiene que viajar la información. Debido a esto es que una red VSAT, no puede lograr la eficiencia, sobre todo en la transmisión de video, que pudiera tener una red de fibra óptica. Otra desventaja es la interferencia con otras señales de radiofrecuencia, especialmente de microondas terrestres, que pudieran compartir la misma banda de frecuencias. También, el uso de un satélite geoestacionario como repetidor hace posible que cualquier usuario no autorizado pueda recibir una portadora y demodular la información. Para prevenir el uso no autorizado de la información se utilizan técnicas de encriptación y en algunos casos técnicas de espectro ensanchado, aunque este último, resulta muy costoso.

3.8. Aplicaciones de las Redes Vsat

Las aplicaciones de las Redes VSAT, como cualquier otra opción tecnológica en comunicaciones vía satélite son innumerable; pero las podemos clasificar en:

3.8.1. Aplicaciones Civiles Unidireccionales

- Transmisión y actualización de bases de datos.
- Radiodifusión pública y privada de voz datos y video.
- Educación a distancia.
- Distribución de tendencias financieras y análisis.
- Teledetección y prevención de catástrofes naturales.

3.8.2. Aplicaciones Civiles Bidireccionales

- Tele educación.
- Servicios de videoconferencia en tiempo real.
- Correo electrónico
- Comunicaciones de voz.
- Telemetría y telecontrol de procesos distribuidos.
- Control y adquisición de datos (SCADA)
- Monitorización.
- Transacciones bancarias y control de tarjetas de crédito.
- Televisión corporativa.

3.8.3. Aplicaciones militares

Las redes VSAT, debidas a su flexibilidad, han sido adoptadas por diferentes gobiernos para formar parte del sistema de telecomunicaciones de sus respectivas fuerzas armadas para su servicio de voz y datos principalmente. Estas redes resultan ideales para establecer enlaces temporales entre unidades móviles y el centro de control de red que estaría ubicado en el centro de comando. En estas aplicaciones se usa la banda X, con el uplink en la banda de 7900 Mhz. a 8400 Mhz y con el downlink en la banda de 7250Mhz. a 7750 Mhz. Las VSAT de aplicaciones militares, por lo general son pequeñas, de poco peso y de fácil manejo bajo las peores condiciones. Otra condición importante es la baja probabilidad de detección por interceptores; por lo que la técnica de acceso más usada en estas aplicaciones es la de espectro ensanchado.

3.9. Bandas de frecuencia utilizadas en Vsat

Dentro de las bandas de frecuencia especificadas por la ITU para los diferentes servicios en comunicaciones satelitales, las bandas de frecuencia utilizadas en sistemas VSAT son tres: la banda C; la banda Ku y la banda Ka.

En lo que se refiere a servicios comerciales, VSAT trabaja con el FSS definido por la ITU, el cual asigna como bandas comerciales a la banda C y la banda Ku. El FSS cubre todas las comunicaciones vía satélite entre estaciones localizadas. Las estaciones transportables, que también son llamadas “fly away station”, pertenecen a esta categoría, por lo que usan las mismas bandas especificadas para las estaciones fijas VSAT.

Tabla 3.4. Asignación de frecuencias para las bandas C, Ku y Ka.

	INBOUND	OUTBOUND
Banda C	3,700 Ghz. a 4,200 Ghz.	5,925 Ghz. a 6,425 Ghz.
Banda C Extendida	4,5000 Ghz. a 4,8000 Ghz.	6,725 Ghz. a 7,025 Ghz.
Banda Ku (Europa)	10,700 Ghz. a 12,750 Ghz.	14,000 Ghz a 14,800 Ghz. 17,300 Ghz a 18,100 Ghz.
Banda Ku (América)	11,700 Ghz. a 12,700 Ghz.	14,000 Ghz. a 14,500 Ghz. 17.300 Ghz. a 17,800 Ghz.
Banda Ka	17,700 Ghz. a 21,200 Ghz.	27,000 Ghz a 31,000 Ghz.

La única excepción a esta regla sucede cuando los datos transmitidos son tipo broadcast, es decir, difusión de programas de televisión y audio, los cuales son llamados BSS. Hay que mencionar que la mayor parte de estas bandas comerciales son compartidas con otros servicios de las mismas características. La forma de acceder a estas frecuencias y los acuerdos sobre los mismos están descritos en el ITU-Radio Regulation.

En cuanto a la banda Ka, actualmente es usada para fines experimentales y para fines militares; aunque se espera que el futuro esta banda sirva para paliar la creciente saturación de las bandas C y Ku.

La selección de la banda de frecuencia para una red VSAT depende principalmente de la cobertura de los satélites en la región donde la red VSAT está instalada. La banda C es usada en la mayoría de las regiones del mundo (sólo latitudes mayores a 70° no están cubiertas). Mientras la banda Ku solamente cubre las regiones de Norte América, Europa, Asia Este, Australia y territorios pequeños de Sudamérica.

Otro aspecto importante que influye en la elección de una u otra banda viene dado en función al análisis del propósito final de la transmisión y al tipo de mercado al que se desea llegar. En este sentido, la banda C está más orientada a los usuarios de los servicios residenciales, para llegar a antenas domésticas. Cuando las zonas donde se van a recibir las señales están controladas por una determinada entidad, como es el caso de una red corporativa, se utiliza normalmente la banda Ku; ya que debido a su elevada potencia puede utilizar antenas más pequeñas, más baratas y más fáciles de instalar, lo que hace que esta banda sea especialmente utilizada en el sector empresarial en las zonas geográficas donde tiene cobertura.

Finalmente, la elección de la banda a utilizar también depende de las condiciones atmosféricas de la región en que se ubica la red VSAT, ya que, como se sabe, a partir de los 10 Ghz, las pérdidas de desvanecimiento por lluvia y refracción atmosférica son mayores.

Tabla 3.5. Principales características de la banda C, y banda Ku.²⁴

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Banda C	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene disponibilidad mundial, salvo en regiones cuya latitud es mayor a 70° • En algunos lugares de Sudamérica es la única banda disponible. • Tecnología bastante económica. • Robustez contra la atenuación por lluvia. • Usa transmisiones de más baja potencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza antenas relativamente más grandes (1 a 3 metros). • Es susceptible de recibir y causar interferencia de satélites adyacentes y sistemas terrestres que comparten la misma banda. • Tiene mayor margen de error de apuntamiento. • Se comparte con otros servicios, especialmente microondas terrestres.
Banda Ku	<ul style="list-style-type: none"> • Uso más eficiente de la capacidad satelital. • Uso de antenas más pequeñas (0,6 a 1,8 metros) • Inmunidad a las interferencias terrestres. • Se intenta preservarla exclusivamente a servicios de VSAT. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usa más potencia para la transmisión. • No esta disponible en todo el mundo, sobre todo en Sudamérica. • Es muy sensible a la atenuación y desvanecimiento por lluvia • Tecnología más costosa. • Presenta mayor interferencia intersatelital (PIRE fuera del eje).

En la Tabla 3.3²⁵ se muestra un cuadro comparativo de las principales características de la banda C y la banda Ku considerando sus ventajas y sus desventajas.

²⁴ http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2658/1/Gongora_om.pdf

3.10. Arquitectura de una Red Vsat

En una red VSAT, adicionalmente al segmento espacial que ya explicamos en páginas anteriores, tenemos el segmento terrestre; el cual está formado por la estación principal (estación Hub) y las terminales VSAT.

En una configuración en estrella, el Hub es el que soporta todo el bus de información proveniente de todas las VSAT, por lo que hace uso de la totalidad del espectro destinado para el enlace inbound. En cambio las estaciones VSAT soportan solo su parte asignada del enlace outbound. En la red VSAT es posible establecer enlaces asimétricos para las transmisiones; es decir, las velocidades de transmisión se pueden configurar de acuerdo a las necesidades de cada una de las VSAT; y además asignarle canales adicionales a una VSAT cuando lo requiera, por lo que la asignación de ancho de banda para las estaciones VSAT es variable y asimétrico.

En cuanto a las interfaces físicas de usuario utilizadas en una red VSAT, éstas son las especificadas por la CCITT; las cuales incluyen las interfaces V.II (conector RS-422); V.24 (conector RS-232), V.35 y otras normas LAN de interfase media.

3.10.1. Estación VSAT

La instalación de una estación VSAT típica, como se ve en la Figura 3.16, comprende una unidad de antena, una unidad exterior, el cable de conexión entre las instalaciones y una unidad interior. La velocidad de transmisión típica para estos terminales es de Nx64 Kbps., aunque esta puede variar dependiendo de las aplicaciones requeridas.

²⁵ Esta Tabla recopila los datos más característicos de las bandas de frecuencia indicadas. Estas referencias fueron extraídas principalmente de los manuales y referencias técnicas de diferentes fabricantes y operadores de sistemas por satélite como son Intelsat, Satmex, Panamsat, Gilat, NSI Communications, Codan, Titán, etc.

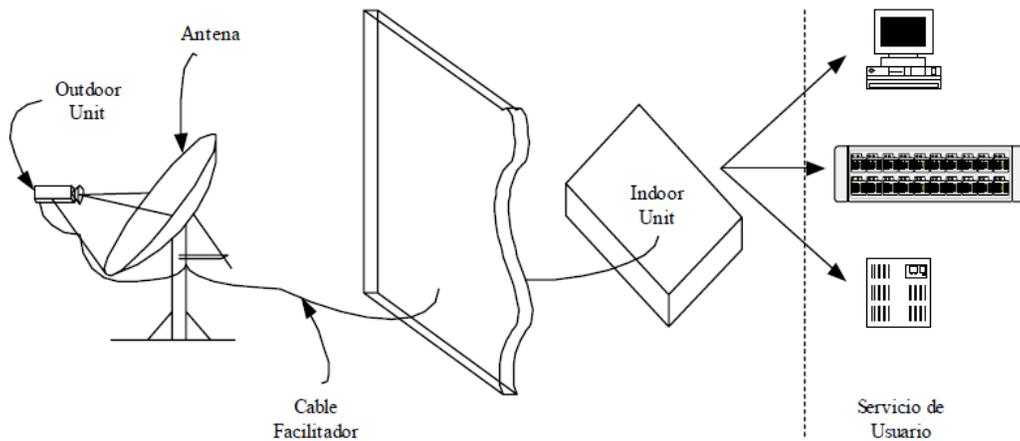


Figura 3.6. Instalación de una Estación VSAT²⁶

La ODU, o tranceptor, es la interfaz entre el satélite y la VSAT; mientras que la IDU es la interfaz entre la VSAT y el terminal de usuario, que puede ser desde un terminal PC y/o un teléfono hasta un switch y/o router de una red LAN o una PBX.

La interfaz ODU está formada principalmente por la antena y el denominado paquete de RF; el cual contiene el duplexor, SSPA, LNB, los convertidores de subida y bajada, y sintetizadores de frecuencia. La antena es típicamente de 1,8 a 2,4 metros de diámetro.

Los parámetros utilizados para evaluar una ODU son principalmente la finura espectral del transmisor y del receptor para el ajuste de la portadora en transmisión y para sintonizar adecuadamente la portadora en recepción; el PIRE que condiciona la frecuencia del enlace de subida y la temperatura de ruido del receptor (LNA o LNB). El PIRE, como sabemos, depende de la ganancia de antena, la potencia de salida y de las pérdidas en las líneas de transmisión, además de las pérdidas por conectorización de cables.

²⁶ http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2658/1/Gongora_om.pdf

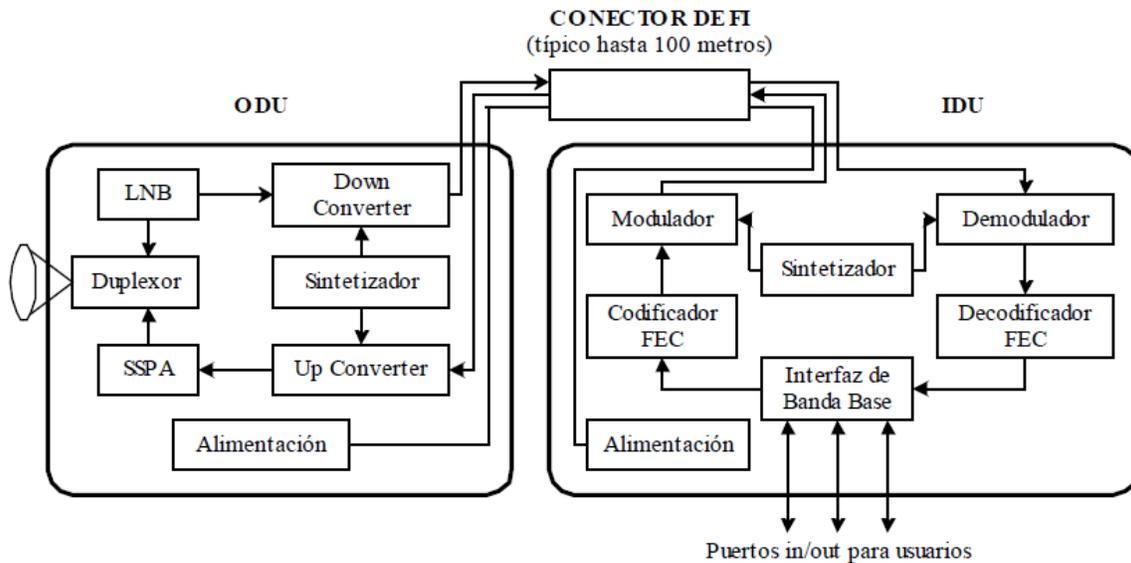


Figura 3.7. Diagrama de bloques de una estación VSAT²⁷

La interfaz IDU está formada principalmente por los circuitos que transforman la señal transmitida en banda base hasta una frecuencia intermedia. Es decir, comprende la interfaz de banda base, multiplexores, los moduladores y demoduladores, el FEC y los osciladores. El principal parámetro de medida en esta etapa es el BER, que típicamente debe ser de un valor no mayor de 10^{-7} .

Otros parámetros necesarios para especificar la IDU son el número y tipo de puertos; así como la velocidad de los mismos. Debido a que la principal utilidad de las estaciones VSAT es establecer comunicaciones en sitios remotos, la energía que se requiere para el funcionamiento del sistema en esas zonas es escasa o nula; por lo que en algunos casos es necesario utilizar paneles solares para obtener la energía necesaria.

3.10.2. Estación Hub

El Hub constituye una estación más dentro de la red VSAT pero con la particularidad de que es una estación con una antena de diámetro mayor (entre 4 y 10 metros) y con un equipamiento más complejo. Esto se debe a que este punto de la red es el que contiene el

²⁷ http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2658/1/Gongora_om.pdf

NMS; y es donde converge toda la información inbound. Sin embargo, la característica fundamental de una estación Hub VSAT es que ésta tiene la capacidad de actuar como nexo con otro host, o con otra red de conmutación, tanto pública como privada utilizando para ello interfaces de enrutamiento multiprotocolo (routers), así como interfaces con redes de fibra óptica, de microondas, etc., que permiten la interconexión de la red VSAT con otras redes.

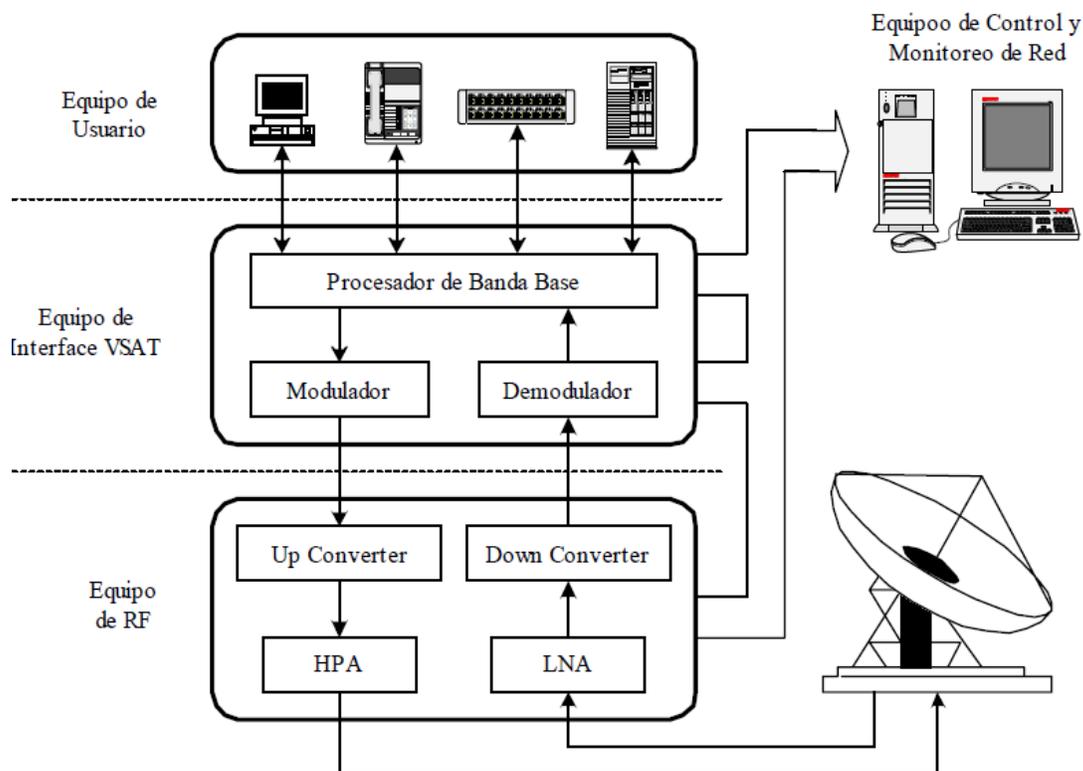


Figura 3.8. Configuración típica de un Hub VSAT²⁸

La estación central contiene los programas de control, monitoreo, funcionamiento, configuración y tráfico de la red. Registra también los niveles de desempeño, estado de altas y bajas y actividad de cada terminal VSAT.

Esta central, mostrada en la figura 3.18 está compuesta por el equipo de RF, equipo VSAT de interfaz, las interfaces de los usuarios y el Sistema de Administración de Red (NMS). El equipo de RF comprende la antena, el LNA, el HPA y los convertidores de frecuencias.

²⁸ http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2658/1/Gongora_om.pdf

Algunos de componentes de RF se integran en una unidad exterior para reducir las pérdidas de línea de transmisión.

El equipo de interfaz de la VSAT controla y supervisa el funcionamiento de la red y comprende moduladores, demoduladores y procesadores de banda base. El equipo de banda base del usuario hace la interfaz entre la señal de la red VSAT y el equipamiento del usuario. El NMS es una estación de trabajo que se encarga del direccionamiento, monitorización y control del tráfico de la red; ejecuta diagnósticos, altas y bajas; y analiza interferencias de otras redes y canales de satélite.

3.11. Definición de Telecentro

Un telecentro es un lugar público de encuentro y aprendizaje cuyo propósito es ampliar las oportunidades de desarrollo de grupos y comunidades en situación de vulnerabilidad, facilitándoles el acceso y uso efectivo de las TIC. En estos espacios, la gente puede utilizar computadoras con acceso a la Internet y otras tecnologías que ayudan a recopilar información y a comunicar con otras personas al mismo tiempo que desarrollan habilidades digitales. Cada telecentro es diferente pero todos convergen en el uso de la tecnología para el desarrollo social y comunitario, lo cual reduce el aislamiento, crea contactos, promueve temas relativos a la salud y crea oportunidades económicas.



Figura 3.9. Vista interna Telecentro Satelital Integral (Fuente propia)

3.11.1. Principios de un Telecentro

Inclusión: Ninguna persona será discriminada por pertenecer a un grupo étnico religioso, organización social u otro.

Transparencia: La administración del telecentro debe ser confiable y eficiente

Interculturalidad: Se valora la tecnología y el conocimiento local, así como los de otras culturas,

3.11.2. Servicios que brinda un Telecentro

Capacitación en tecnología de Información y comunicación, Biblioteca virtual, uso de escáner proyector e impresora y software de ofimática.

Generando nuevas capacidades en el uso de tecnología de información y comunicación en estudiantes docentes y comunidad.²⁹

3.11.3. Telecentros Comunitarios

Los telecentros comunitarios son centros donde se encuentran servicios de información y comunicación (Telefonía Internet, banda ancha, capacitación), los cuales son de acceso público para apoyar al desarrollo comunitario de alguna región donde es instalado. Los servicios que brinda un telecentro comunitario deben ser gratuitos o accesibles por lo que los comunitarios puedan apropiarse de las herramientas de tecnologías con proyección a un beneficioso cambio educativo, social y económico y desarrollar habilidades digitales.

Tener una calidad de vida es uno de los principales objetivos de un telecentro comunitario, y empujar los a que se apropien de las nuevas tecnologías que por medio de capacitaciones

²⁹ (Fuente: suplemento Comunidad-Ministerio de Educación Estado plurinacional de Bolivia)

e información que puedan obtener de lo que otras comunidades ellos puedan promover su economía y cultura.

3.11.4. Telecentros Educativos

Estos no diferentes de los telecentros Comunitarios, que su instalación están en colegios brindando a los alumnos; enseñanza y Aprendizaje de las Nuevas Tecnologías así reduciendo la Brecha Digital entre estudiantes de distintas regiones, en un Telecentro Educativo se desarrolla contenidos educativos los cuales son compartidos entre regiones impulsándolos a ser partícipes de proyectos de Ciencia y Tecnología.

En Bolivia el gobierno en relación a los Telecentros Comunitario y Educativos implementa y consolida el sistema Boliviano de Innovación para el desarrollo de procesos, productos y servicios innovadores, proponiendo políticas e implementar programas de Ciencia, Tecnología e innovación en apoyo al desarrollo de conocimiento. Este sistema es un conjunto de actores interrelacionados y complementarios que utiliza la ciencia, tecnología e innovación de forma coordinada y constructiva en la generación de soluciones integrales a problemas productivos, sociales y ambientales, con un enfoque de desarrollo participativo, equitativo y sustentable.

3.11.5. Diferencia entre Telecentros comunitarios y Centros públicos de tecnologías digitales

Los telecentros comunitarios son puntos de acceso a sus servicios, estos son situados en poblaciones rurales, que garantizan una conexión de internet ADSL o vía satélite gratuita y de calidad al igual que su capacitación en ellas, mientras que Centros públicos de tecnologías digitales son donde todo servicio instalado en el son no son gratuitos y a su vez sus instalaciones no son en su mayoría en el área rural al menos que fuera en un centro turístico ubicado en alguna población.

3.12. Servicios de un Telecentro

Los servicios que brinda un telecentro es de comunicación en los cuales tiene como herramienta a:

3.12.1. Internet

El servicio de Internet en Telecentro le ofrece la posibilidad de enviar y recibir correos, navegar por Internet y para distintos fines como negocios, educación y comunicación alarga distancia con video conferencias o escribiendo haciendo la comunicación mas cercana a distancia. También tiene herramientas como los navegadores buscadores que permite al usuario la visualización de páginas web que mediante un buscador es posible encontrar información de datos pertinentes o no pertinentes.

3.12.2. Telefonía

Los Telecentros ofrecen servicios para llamadas nacionales e internacionales. Para tales servicios se dispone de modernos y funcionales locales, con personal capacitado que atiende en forma permanente las consultas e inquietudes de los clientes.

3.12.3. Televisión

También ofrecen servicio de televisión satelital y para tales servicios se dispone de modernos y funcionales locales para que la población pueda informase del acontecer de las noticias que pasan durante el día y en horarios para la distracción a niños y personas que no cuentan con este tipo de servicio en sus hogares.

3.13. Radio Base

Las radio bases son elementos que transmiten y reciben señales de radiofrecuencias y que como dijimos anteriormente se instalan en las torres. Las redes de telefonía móvil modernas (GSM, UMTS) se basan en una arquitectura celular, dividiéndose la geografía en células o

celdas que quedan cubiertas a nivel radioeléctrico por Estaciones Base o BTS (*Base Transceiver Station*).

Las BTS, denominadas popularmente de forma errónea como “repetidores”, se encargan de varias funciones dentro de la red de telefonía móvil:

- Ofrecen un canal de *broadcast* que los terminales de abonado utilizan para medir el grado de cobertura disponible y tratar de cambiar a otra BTS si es preciso (*handover*).
- Ofrecen canales de tráfico para el establecimiento de llamadas telefónicas desde/hacia los terminales de abonado.
- Disponen de conexiones alámbricas o inalámbricas hacia las centrales telefónicas BSC, desde donde se pueden encaminar las llamadas hacia otras zonas de la red.

Las BTS son capaces de prestar servicio a un número limitado de abonados dentro del área geográfica determinada por su cobertura radioeléctrica. Es decir, disponen de un número acotado de canales de tráfico disponibles para el establecimiento de llamadas telefónicas. Si todos esos canales están ocupados, ningún otro abonado podrá establecer una llamada hasta que quede algún canal libre, situación que se conoce con el nombre de saturación.

En los entornos rurales, donde el número de usuarios es menor, las BTS suelen tener cobertura omnidireccional. En zonas urbanas, con mayor concentración de población, se utiliza la técnica de trisectorización, consistente en dividir la célula en tres zonas, denominadas sectores, que a efectos prácticos funcionan como células independientes.

Por lo general, las estaciones base celular, conocida como BTS por sus siglas en inglés, se pueden identificar a gran distancia por las antenas en forma rectangular, de color blanco o gris, instaladas en el tope de la torre. En algunas ocasiones las antenas se pueden instalar en estructuras como paredes de edificios.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

4. MARCO PRÁCTICO

4.1. Antecedentes del Proyecto

La ley Nro. 164, Ley General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información y Comunicación, promulgada en fecha 08 de agosto de 2011, que en el artículo 65 (Programa Nacional de Telecomunicaciones de Inclusión Social) Párrafo I, crea el Programa Nacional de Telecomunicaciones de Inclusión Social – PRONTIS, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, destinado al financiamiento de programas y proyectos de telecomunicaciones y tecnologías de información y comunicación, que permitan la expansión de redes de telecomunicaciones y desarrollo de contenidos y aplicaciones, para el logro del acceso universal en áreas rurales y de interés social.³⁰

El “Convenio interinstitucional de transferencia extraordinaria de recursos suscrito entre el Ministerio de Obras Públicas Servicios y Vivienda y la Empresa Nacional de Telecomunicaciones Sociedad Anónima” de la gestión 2014, que da origen a la formulación y ejecución del “Proyecto Telecentros Satelitales Integrales fase II”, TSI II.³¹

Los recursos para la ejecución del proyecto son desembolsados por el Ministerios de Obras Públicas Servicio y Vivienda, mediante Resolución Ministerial Nro. 089 del 09 de abril de 2015, Que aprueba el “PLAN ESTRATÉGICO DE TELECOMUNICACIONES DE INCLUSIÓN SOCIAL”, y el PRONTIS como fiscalizadora que también por su condición es la que regula y autoriza la designación y aprobación de sitios a ser instalados.³²

³⁰ En línea: <http://www.boliviarrural.org/images/documentos/L164.pdf>

³¹ <https://www.oopp.gob.bo/vmtel/uploads/plan%20nacional%20.pdf>

³² https://www.oopp.gob.bo/vmtel/uploads/RES._MIN._.N%C2%B0089_.pdf

4.2. Tamaño y Localización

El proyecto se encuentra localizado entre la totalidad de municipios en que se ha dividido el territorio nacional. El telepuerto o cabecera ha sido instalado en la localidad de Santibáñez del departamento de Cochabamba, provincia Capinota en las siguientes coordenadas Latitud Sur 17°32'45.81'' y Longitud 66°14'48.37'' en el centro del país.

El telepuerto se encuentra en la zona donde la potencia irradiada por el satélite Tupak Katari es mayor.

De un universo de 29.249 localidades, se han seleccionado 1.500 para ser atendidas por el proyecto. El listado de localidades atendidas se encuentra en el Anexo, al final de este documento. Sin embargo el listado de las localidades seleccionadas sufre permanentes modificaciones a requerimiento de las autoridades municipales.

Departamento	Cantidad de Telecentros
Beni	33
Chuquisaca	102
Cochabamba	238
La Paz	536
Oruro	47
Pando	21
Potosí	244
Santa Cruz	195
Tarija	84
TOTAL	1.500

Tabla N° 4.1. Distribución de Telecentros por Departamento.³³

La instalación de 1.500 telecentros beneficiando igual cantidad de localidades, tiene una inversión de Bs. 848,1 millones.³⁴

³³ <http://www.prontis.gob.bo/index.php/site/index>

³⁴ <http://www.prontis.gob.bo/index.php/site/index>

4.3. Escenarios y Soluciones

4.3.1. Escenarios

El Proyecto Telecentros Satelitales Integrales Fase II, para cumplir los objetivos del proyecto, se plantea 4 escenarios:

- **Escenario 1.** Localidades que tienen cobertura celular y cuentan con servicio de energía eléctrica comercial.



Figura Nro. 4.1. Escenario 1 - Localidad con energía comercial y con cobertura móvil (Fuente Propia)

- **Escenario 2.** Localidades que tiene cobertura celular y no cuentan con servicio de energía eléctrica comercial.



Figura Nro. 4.2. Escenario 2 – localidad sin energía eléctrica y con cobertura móvil (Fuente Propia)

- **Escenario 3.** Localidades que no tienen cobertura celular y cuentan con servicio de energía eléctrica comercial.

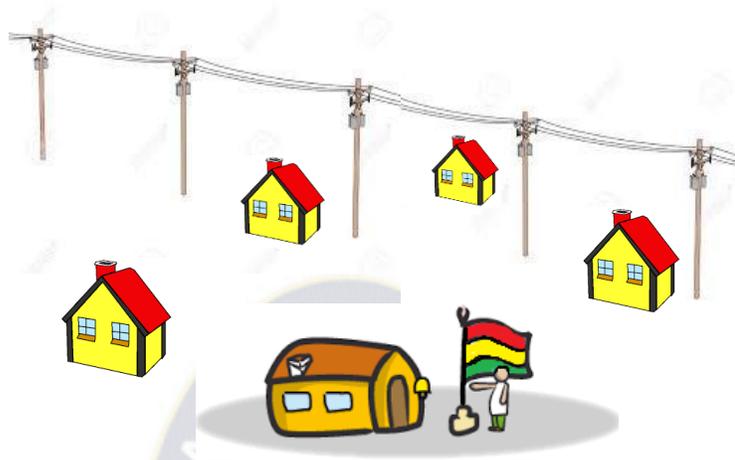


Figura Nro. 4.3. Escenario 3 – Localidad con energía eléctrica y sin cobertura móvil (Fuente Propia)

Escenario 4. Localidades que no tienen cobertura celular y no cuentan con servicio de energía eléctrica comercial.



Figura Nro. 4.4. Escenario 4 – Localidad sin energía eléctrica y sin cobertura móvil (Fuente Propia)

4.3.2. Solución a los diferentes escenarios

En consecuencia de acuerdo a las particularidades de cada escenario, se plantean 4 tipos de solución tecnológica denominadas: Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3, y Tipo 4.

Los cuatro tipos de solución incluyen: Un sistema de acceso satelital Vsat, para otorgar acceso a internet y un telecentro ubicado en la Unidad Educativa de la localidad.

El Equipamiento del Telecentro difiere entre los cuatro tipos de solución.

A continuación se detallan las cantidades de cada tipo de solución, incluyendo los componentes de cada uno de ellos:

Solución Tipo 1: 854 localidades

- Sistema de acceso satelital Vsat.
 - Modem Satelital de Alta Velocidad.
 - BUC en banda Ku de 4 W.
 - LBN PLL Receptor de Unidad remota.
 - Antena parabólica de 1.2 metros.
 - 1 Telecentro
 - 1 estabilizador de corriente UPS de 3 KVA.

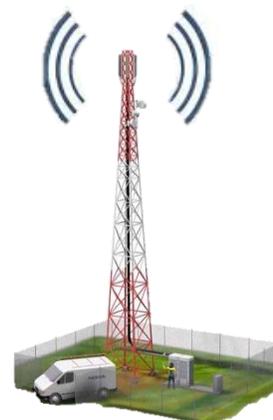


Figura Nro. 4.5. Solución Tipo 1

Solución Tipo 2: 95 localidades

- Sistema de acceso satelital Vsat.
 - Modem Satelital de Alta Velocidad.
 - BUC en banda Ku de 4 W.
 - LBN PLL Receptor de Unidad remota.

- Antena parabólica de 1.2 metros.
- 1 Telecentro
- 1 Sistema Fotovoltaico de Energía.

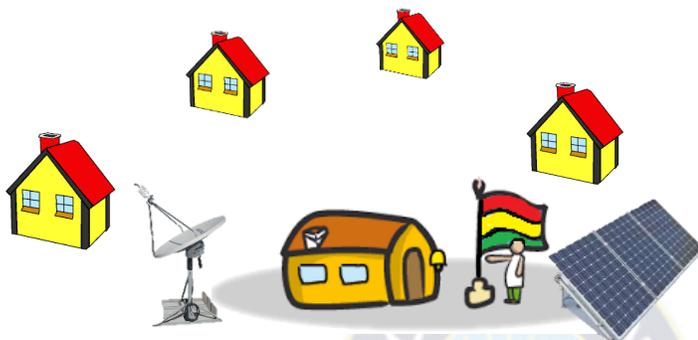


Figura Nro. 4.5. Solución Tipo 2

Solución Tipo 3: 496 localidades

- Sistema de acceso satelital Vsat.
 - Modem Satelital de Alta Velocidad.
 - BUC en banda Ku de 4 W.
 - LBN PLL Receptor de Unidad remota.
 - Antena parabólica de 1.8 metros.
 - 1 Telecentro
 - 1 estabilizador de corriente UPS de 3 KVA.
 - 1 Estación Base Celular BTS (GSM o HSPA+)



Figura Nro. 4.7. Solución Tipo 3

Solución Tipo 4: 55 localidades

- Sistema de acceso satelital Vsat.
 - o Modem Satelital de Alta Velocidad.
 - o BUC en banda Ku de 4 W.
 - o LBN PLL Receptor de Unidad remota.
 - o Antena parabólica de 1.8 metros.
 - o 1 Telecentro
 - o 1 Sistema Fotovoltaico de Energía
 - o 1 Estación Base Celular BTS (GSM o HSPA+)



Figura Nro. 4.8. Solución Tipo 4

En la tabla 4.2 se puede observar la cantidad de telecentros según la solución al escenario que se presenta:

Tipo de Telecentro	Cantidad
Tipo 1. Localidad con telefonía celular y energía eléctrica	854
Tipo 2. Localidad con telefonía celular y Sin energía eléctrica	95
Tipo 3. Localidad Sin telefonía celular y energía eléctrica	496
Tipo 4. Localidad Sin telefonía celular y Sin energía eléctrica	55
TOTAL	1.500

Tabla Nro. 4.2. Cantidad de telecentros según el Tipo de escenario (Fuente Propia)

4.4. Procedimiento para la realización del trabajo

Luego que el Viceministerio de Telecomunicaciones entrega la lista de localidades beneficiadas con el proyecto se procede al:

- Site Survey Telecentro.
- Site Survey Radio Base.
- Entrega de Survey Telecentro a empresa instaladora.
- Entrega se sitio (área de trabajo para implementación de estructura BTS).
- Entrega se sitio a empresa de obras civiles.
- Supervisión de obras.
- Protocolo tecnico de aceptación ATP.

4.5. Site Survey

El Site Survey (por sus siglas en inglés es un estudio de sitio) es un estudio a profundidad sobre el sitio donde se realizara el trabajo proyectado, es decir que se debe ver que necesidades se requiere para la implementación del proyecto.

En el presente trabajo se realizan 2 tipos de Site Survey según el escenario que se presente: Site Survey para la implementación del telecentro y Site Survey para implementación de Radio Base. Ambas en coordinación con Consultores del área Social y Civil.

El Viceministerio de Telecomunicaciones, en coordinación con Entel entrega una lista de posibles localidades a ser beneficiadas con el proyecto TSI II, considerando datos obtenidos del censo de población y vivienda 2012, las cuales para ser aprobadas deben ser visitadas y aprobadas mediante el Site Survey de sitio.

4.5.1. Site Survey Telecentro

El Site Survey para la implementación del telecentro en la localidad a ser beneficiada es la definición de aula dentro de la Unidad Educativa y si esta cumple con las condiciones requeridas para su implementación y consiste en:

- Coordinación con autoridades municipales y autoridades de las localidades para la visita al sitio.
- Verificación se la localidad cuenta con una Unidad Educativa, la cual tenga una dimensión mínima de 4 x 4, presente seguridad y libre de humedad.

En Anexos se adjunta formulario Site Survey Telecentro.

4.5.2. Site Survey Radio Base

El Site Survey Radio Base se ejecuta luego que el área social realiza las coordinaciones con las autoridades municipales y de las localidades se procede a la elección de un lugar estratégico para la instalación de la BTS que cumpla con los siguientes requisitos:

- El terreno tenga un área libre de las siguientes dimensiones 20 x 20 metros.
- La población junto al municipio este dispuestas a realizar la apertura de camino hasta el sitio.
- El municipio deberá realizar las gestiones para la energización del sitio, proveer la ampliación de línea de media tensión hasta el sitio y la instalación de transformador de 15 KVA.
- Que la Radio Base a ser implementada tenga línea de vista con el telecentro.
- Que la ubicación elegida no es a una distancia máxima de 2 km de la unidad educativa y/o la población.

En Anexos se adjunta formulario Site Survey Telecentro.

4.5.3. Entrega de Sitio Telecentro

Para la instalación del Telecentro Satelital Integral, se entrega el Site Survey realizado y que fue aprobado por la Sub gerencia de Desarrollo Rural a la empresa instaladora donde indica la coordenada del sitio, contactos del lugar, fotografías de la ubicación donde será instalado.

4.5.4. Entrega de sitio radio base

La implementación de radio base está a cargo de 2 empresas; la primera se encarga de realizar el montaje de la estructura de la torre y la segunda que se encarga de realizar obras civiles que constan del cerco perimetral, el sistema de aterramiento, loza de equipos, sistema eléctrico, etc.

La entrega de sitio para la instalación de la estructura y obras civiles se realizan necesariamente en presencia de la empresa adjudicada debiendo dar esta la conformidad para el inicio de sus trabajos.

4.5.5. Supervisión de la Instalación

Telecentro, la supervisión de la instalación de los telecentros se realiza de manera ocasional, cuando la comisión se encuentra en el sector.

Radio Base, la supervisión de la instalación de la Radio Base debe ser coordinada y programada ya que en esta participa los consultores del área civil y el área de telecomunicaciones cada uno cumpliendo tareas específicas como: El Consultor Civil está encargado de la revisión física de la infraestructura que si bien se da el apoyo gracias a la capacitación recibida en caso de que estos no participarán de la comisión. El Consultor de telecomunicaciones revisa todo lo que implica el tema de acceso satelital, sistema de aterramiento, energía.

Luego que toda la estructura y obras civiles están instaladas, se asigna a la proveedora de equipos de telecomunicaciones Huawei que inicie los trabajos de Site Survey y posterior instalaciones de equipos.

4.5.6. Trabajo de Transmisión Tx

Consiste en realizar el traslado de la antena satelital que se encuentra instalado en el lado telecentro hacia la radio base, realizar el apuntamiento de la antena, configuración del modem satelital, polarización cruzada y pruebas de servicio con el satélite.

Para restablecer el servicio de internet en el telecentro se realiza la instalación y configuración del Router Mikrotik lado torre y lado telecentro si este no fuese realizado por la empresa por que no contaba con la radio base cuando se realizó la instalación.

4.6. Las Terminales Satelitales Remotas

4.6.1. La unidad exterior ODU

La unidad exterior ODU está compuesta por un reflector parabólico pequeño, un bloque de bajo ruido LBN que contiene un convertidos de frecuencia de bajada y un amplificador de bajo ruido, un bloque de alta potencia también denominado BUC que incluye un convertidor de frecuencia de subida y un amplificador de estado sólido y un alimentador que se ubica en el foco del reflector para captar e irradiar las señales de bajada y subida respectivamente.

4.6.2. La unidad interior IDU

La unidad interior IDU es un sistema Hardware y Software que utiliza las funciones de interfaz de banda base para interconectar los equipos locales que tendrán acceso a la comunicación.

La Terminal satelital remota puede asimilarse a un tele – puerto de reducidas dimensiones y limitada capacidad de procesamiento.

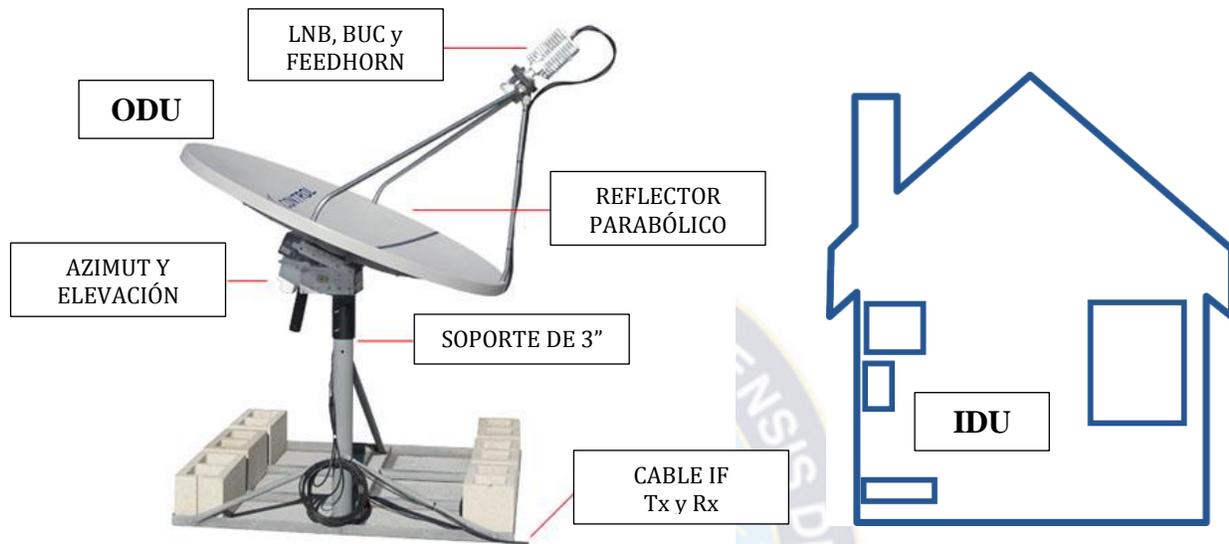


Figura Nro. 4.9. Unidad ODU e IDU Satelital (Fuente Propia)

El proyecto contempla la provisión por parte de ENTEL S.A. del equipamiento requerido para la utilización de los servicios descritos en los telecentros.

Tipo 1. Telecentro con energía eléctrica comercial

- 1 sistema VSAT en banda Ku.
- 5 computadoras con accesorios multimedia.
- 1 Impresora.
- 1 Teléfono público.
- Router Wi-Fi indoor.
- 1 Tv Led de 32" y soporte.
- 1 Kit Set Top Box (STB) para habilitar servicio de Tv DTH.
- Antena para televisión DTH.
- Mobiliario para uso de los servicios (escritorios, sillas y otros).
- 1 Rack Indoor.
- 1 Tablero Eléctrico.
- UPS y sistemas de protección eléctrica.

Tipo 2. Telecentro sin energía eléctrica comercial

- 1 sistema VSAT en banda Ku.
- 3 computadoras con accesorios multimedia.
- 1 Impresora.
- 1 Teléfono público.
- 1 Router Wi-Fi indoor.
- 1 Tv Led de 32" y soporte.
- 1 Kit Set Top Box (STB) para habilitar servicio de Tv DTH.
- Antena para televisión DTH.
- Mobiliario para uso de los servicios (escritorios, sillas y otros).
- 1 Rack Indoor.
- 1 Tablero Eléctrico.
- Sistema solar de provisión de energía para los equipos del Telecentro.
- Sistemas de protección eléctrica.

Tipo 3. Telecentro con radio base con energía eléctrica comercial

- 1 sistema VSAT en banda Ku.
- 1 sistema radio enlace banda no licenciada.
- 5 computadoras con accesorios multimedia.
- 1 Impresora.
- 1 Teléfono público.
- 1 Router Wi-Fi indoor.
- 1 Tv Led de 32" y soporte.
- 1 Kit Set Top Box (STB) para habilitar servicio de Tv DTH.
- Antena para televisión DTH.
- Mobiliario para uso de los servicios (escritorios, sillas y otros).
- 1 Rack Indoor.
- 1 Tablero Eléctrico.

- UPS y sistemas de protección eléctrica.

Tipo 4. Telecentro con radio base sin energía eléctrica comercial.

- 1 sistema VSAT en banda Ku.
- 1 sistema radio enlace banda no licenciada.
- 3 computadoras con accesorios multimedia.
- 1 Impresora.
- 1 Teléfono público.
- 1 Router Wi-Fi indoor.
- 1 Tv Led de 32" y soporte.
- 1 Kit Set Top Box (STB) para habilitar servicio de Tv DTH.
- Antena para televisión DTH.
- Mobiliario para uso de los servicios (escritorios, sillas y otros).
- Rack Indoor.
- 1 Tablero Eléctrico.
- Sistema solar de provisión de energía para los equipos del Telecentro.
- Sistemas de protección eléctrica.



Telecentro con energía eléctrica comercial



Telecentro sin energía eléctrica comercial



Telecentro con radio base y con energía eléctrica comercial



Telecentro con radio base y sin energía eléctrica comercial

Figura Nro. 4.10. Tipos de Telecentro (Fuente Propia)

4.7. Instalación del Telecentro Satelital Integral

Los equipos a ser provistos por ENTEL para la red interna en cada uno de los Telecentros se detallan a continuación:

- ✓ Equipos VSAT (Modem, Fuente, LNB, BUC, Feeder, Antena).
- ✓ Radio Enlace (2 Cabeceras) (Donde se requiera)
- ✓ Computadoras de escritorio con accesorios (mouse, teclado, monitor, auriculares, cámara web, etc.)
- ✓ Adaptador PCI Inalámbrico Wireless instalada en cada computadora del telecentro
- ✓ (una) Impresora.
- ✓ Router Inalámbrico Wi-Fi
- ✓ Mobiliario, Escritorios para computadoras (5 ó 3), Sillas (11 ó 7)
- ✓ Escritorio de Administrador
- ✓ Un Televisor (incluye soporte de pared provisto por ENTEL S.A.)
- ✓ Un equipo Set Top Box Antena para televisión DTH + LNB
- ✓ Un equipo telefónico y soporte (Podría requerirse antena exterior tipo Yagi)
- ✓ UPS (donde se requiera)

- ✓ Sistema de generación eléctrica solar (donde se requiera)
- ✓ Rack interno
- ✓ Tablero eléctrico con protecciones



Figura. Nro. 4.11. Elementos que componen un Telecentro Satelital Integral. ³⁵

Cada terminal del Telecentro debe quedar energizada por una toma corrientes seguro provisto por la contratista. Con el número de tomas exacto para alimentar únicamente cada terminal.

³⁵ (Imagen Revista capacitación TSI)

4.7.1. Distribución del equipamiento

Para la instalación de la Red interna del Telecentro, a continuación se muestra el modelo referencial del Telecentro, el cual estará definido por el formulario Survey en cada caso particular:

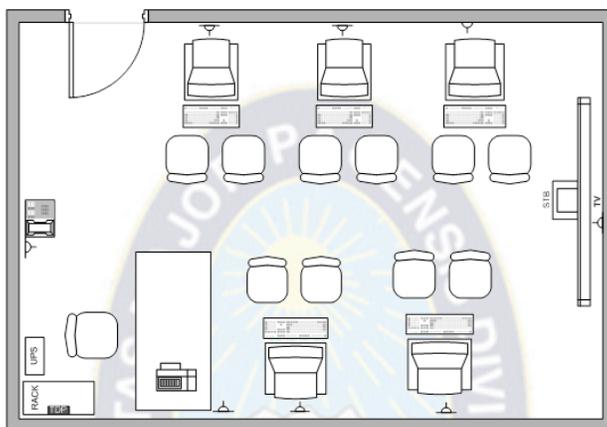


Figura Nro. 4.12. Distribución TSI con energía eléctrica comercial³⁶

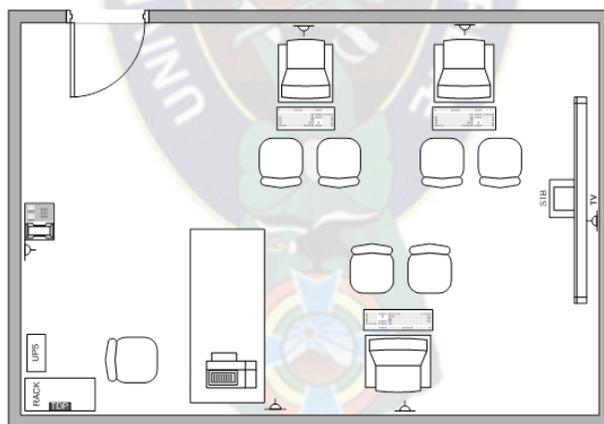


Figura Nro. 4.13. Distribución TSI sin energía eléctrica comercial³⁶

A continuación se presenta el diagrama general de instalación

³⁶ Documento de información técnica y normas de referencia para la contratación proveedores proyecto Telecentro Satelitales integrales Entel S. A.

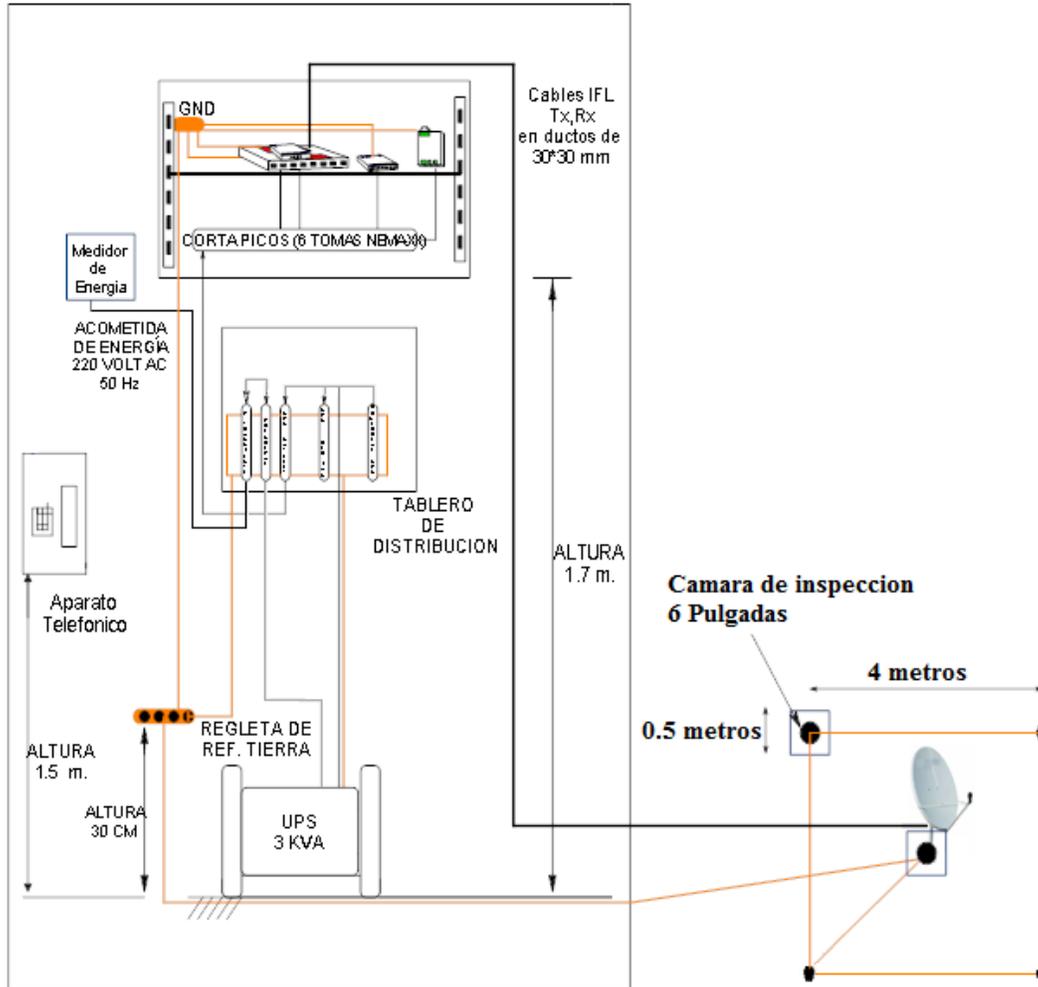


Figura Nro. 4.14. Diagrama general de instalación ³⁷

4.8. Instalación de Terminal Remota Satelital Vsat y Sistemas de Protección

4.8.1. Instalación de la Vsat

Con los datos de la prospección (site survey) elaborada por ENTEL S.A. y en coordinación con el responsable del lugar y bajo su autorización se debe proceder a ejecutar la instalación de acuerdo a las siguientes especificaciones:

La antena satelital a ser provista es de 1.2 m. /1.8 m. de diámetro tipo offset.

³⁷ Documento de información técnica y normas de referencia para la contratación proveedores proyecto Telecentro Satelitales integrales Entel S. A.

El montaje de la antena se realizará sobre un tubo galvanizado de 3 pulgadas o 4 pulgadas de diámetro, provisto por el oferente adjudicado, totalmente vertical y en nivel. Este tubo deberá ser parte de la base de antena.

La base para el soporte de la antena, estará compuesta por un tubo galvanizado de 3 pulgadas/ 4pulgadas de diámetro y una longitud de 2 metros; el montaje debe considerar:

- Base de concreto para el soporte del tubo. Tendrá las dimensiones de 80x80x100 cm (ancho/largo/profundidad). Ver abajo.
- La base de concreto tendrá un pretil de 15 Cm., respecto a la superficie del terreno.
- El soporte (tubo Galvanizado) debe contar con transversales de fierro tipo “L” (de 40 cm, de largo cada uno) galvanizados y soldados, para garantizar la sujeción de la base de la antena en el piso, que será empotrada en la base de hormigón.
- La separación de la antena, equipos externos a los equipos internos debe ser de 30 metros como máximo (longitud de los cables IFL son de 30 metros)

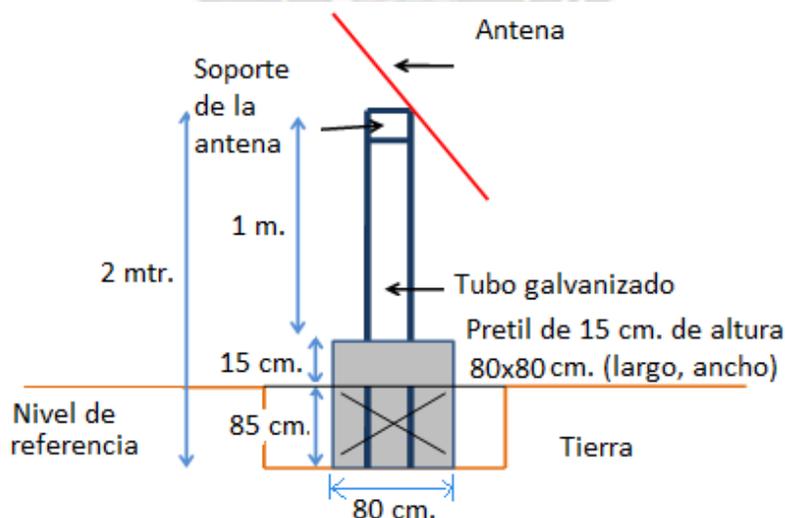


Figura Nro. 14.15. Diagrama de Dimensiones Soporte Vsat³⁸

³⁸ Documento de información técnica y normas de referencia para la contratación proveedores proyecto Telecentro Satelitales integrales Entel S. A.

4.8.2. Sistema de Aterramiento

El sistema de aterramiento deberá garantizar una resistividad menor o igual a 5 ohmios. Será de tipo malla cuadrangular, con cuatro polos de disipación con las siguientes características:

- Ubicación alrededor de la base de la antena con dimensiones de 2.4 metros por lado.
- En cada esquina de la malla se enterrarán, a una profundidad mínima de 2.6 metros, jabalinas de cobre de 5/8" (cinco octavos de pulgada) de diámetro y de 2.4 metros de longitud. No se aceptará corte de las jabalinas
- Estas jabalinas estarán unidas en malla mediante cable de cobre desnudo AWG 2/0 todas las uniones se realizaran con soldadura exotérmica ó Cadwell. No se permitirá empalmes en el cable entre jabalinas.
- El cable de cobre desnudo 2/0 deberá estar enterrado en una zanja de 20 cm de ancho por 50 cm de profundidad Ver figura.

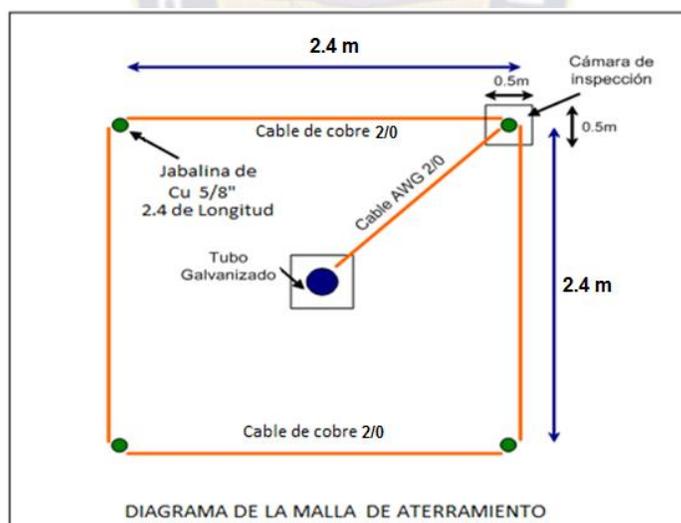


Figura Nro. 4.16. Vista instalación malla de aterramiento³⁹

En un vértice de la malla se instalará cámara de inspección compuesta por tubo PVC de 6 Pulgadas de diámetro, esquema 40 y 40 cm de largo, con su respectiva tapa de protección, de este punto se realizará la medición de tierras.

³⁹ Documento de información técnica y normas de referencia para la contratación proveedores proyecto Telecentro Satelitales integrales Entel S. A.



Figura Nro. 4.17. Vista instalación sistema de aterramiento (Fuente propia)

El tratamiento a realizarse en cada fosa comprende aditivos químicos y naturales constituidos por geogel o thorgel, una bolsa de 7 kg por cada jabalina, carbón y tierra negra, estos combinados, en función del tipo de terreno. Las fosas tendrán una dimensión de 0.50 x 0.50 x 1.00 metros (largo x ancho x profundidad).

Con este arreglo y tratamiento de tierra se estima obtener un nivel de resistencia $\leq 5 \Omega$, en caso de no lograr el valor esperado se agregará una quinta jabalina de cobre 5/8 de diámetro y de 2.4 metros de longitud, con su respectivo tratamiento en base a thorgel o geogel.

En terrenos complicados se deben implementar otras técnicas adicionales que garanticen el ohmiaje solicitado, estas dependerán de las condiciones del lugar en particular, que pueden referirse a aumentar el material de tratamiento de tierras, mayor cantidad de jabalinas y mejoramiento con gel, etc. Se considera que estas situaciones podrán presentarse en terrenos muy duros y rocosos. Todo el conjunto deberá garantizar una resistencia menor o igual a 5 ohm. En ningún caso se permitirá el uso de sal común para mejorar la resistencia del suelo puesto que este procedimiento agiliza la oxidación de las jabalinas y cables, aspecto que reduce el tiempo de vida útil del sistema de puesta a tierra.

Cualquier alternativa para mejorar la resistencia del terreno deberá ser previamente consultado a ENTEL para su respectiva aprobación.

4.9. Instalación de la Antena DTH

Para proveer servicio de televisión en el telecentro se realizara la instalación de una antena de 60 cm. con su soporte y un LNB, para ello el oferente debe proveer elementos para la fijación o sujeción de la antena y del cableado IFL hacia el STB en el interior del telecentro, en cable será coaxial RG6 y deberá estar protegido en todo su trayecto mediante tubo PVC (exteriores) o cable ductos adecuados (interiores). Todos los conectores tipo F serán de compresión y metálicos.

4.10. Instalación del Radioenlace

El oferente debe proveer elementos para la fijación o sujeción del cable PoE a la escalerilla de la torre con una separación máxima de 1 m. Los radio enlaces se utilizara cables SFTP con conectores para cable SFTP Metálicos 8 Piezas por Enlace, brazos metálicos: 2 Piezas por Enlace, Proveer Mástiles galvanizados, de al menos 3 m. por punto remoto y proveer soportes de sujeción de antenas en torres existentes de Entel

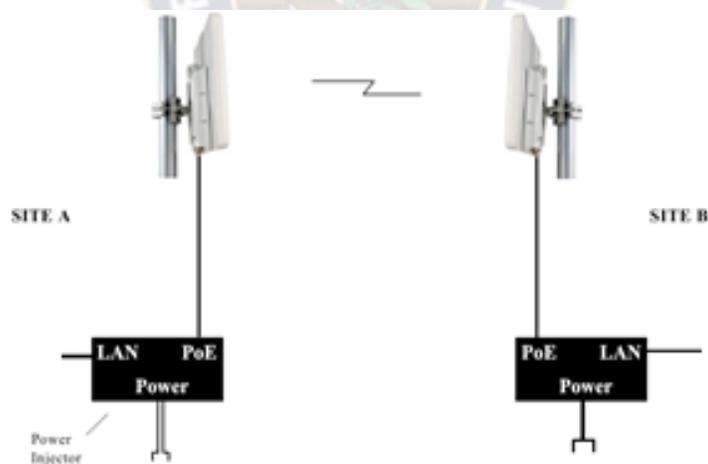


Figura Nro. 4.18. Radio enlace entre torre y telecentro. (Fuente propia)

4.11. Instalación de Equipos y Conexiones

4.11.1. Conexiones Externas

La malla del sistema de tierra terminara en el tubo galvanizado (soporte de la antena) la unión al cable AWG 2/0 será por medio una terminal tipo zapato ubicado a 40 centímetros de la base, este punto será usado como punto de distribución de tierra hacia el BUC y hacia la barra colectora de tierras ubicada en el ambiente de equipos internos.

En el caso de no tener el tubo galvanizado cerca el Telecentro la malla del sistema de tierra terminara en la barra colectora de tierras ubicada en el ambiente de equipos internos.

La conexión entre el punto de distribución de tierra y el BUC será con cable AWG #10 verde-amarillo, con sus respectivos terminales de ojo en cada extremo de la conexión.

La conexión entre el punto de distribución de tierra a la barra colectora ubicada en el ambiente del telecentro será con cable de cobre AWG #4 con sus respectivos terminales de ojo en cada extremo de la conexión, el cual se lo instalara dentro de un poli tubo PVC de una pulgada de diámetro, enterrado a una profundidad mínima de 50 cm, en caso de instalación externa se debe sujetar correctamente a la pared con abrazaderas metálicas.

La barra colectora del ambiente interno del telecentro deberá ser de Cobre, de 15 cm de largo, 2 cm de alto y 3 mm de grosor, deberá tener 6 orificios para el aterramiento de los equipos del telecentro y la terminal satelital. Esta deberá estar instalada con aisladores que eviten el contacto de la misma con la estructura del telecentro.

La conexión entre la barra colectora del ambiente interno hacia el rack interno, será con cable de cobre de 16 mm (verde – amarillo)

Los cables IFL Tx/Rx, a ser provistos por el proveedor adjudicado, conectan el BUC y LNB de la antena hacia el modem satelital en el rack indoor. Un cable adicional IFL Rx se

conectara desde equipo STB hacia el LNB de una antena de 60 cm para la provisión de Televisión DTH, son tres cables coaxiales RG-6 cada uno de 30 metros de longitud máxima y con conectores F en ambos extremos. Todos los conectores tipo F serán de compresión y metálicos.

Estos cables coaxiales deberán estar sujetos firmemente, sin obstruir o estar expuestos a posibles deterioros, el trayecto de estos hacia la sala de equipos será preferentemente por lugares no transitables y deben estar protegidos con un ducto adecuado (poli tubo PVC de una pulgada, distinto al empleado para el aterramiento) en todo su trayecto, el cual debe estar enterrado a una profundidad mínima de 30 cm, en caso de instalación externa se deberá sujetar correctamente a la pared con abrazaderas metálicas.

Los conductos a través de paredes, deben estar hechos convenientemente y estéticamente, evitando posibles interferencias u obstrucciones. En caso de crear daños en el ambiente al realizar las perforaciones o excavaciones se debe realizar las readecuaciones de manera que no existan reclamos por el encargado o dueño de los ambientes.

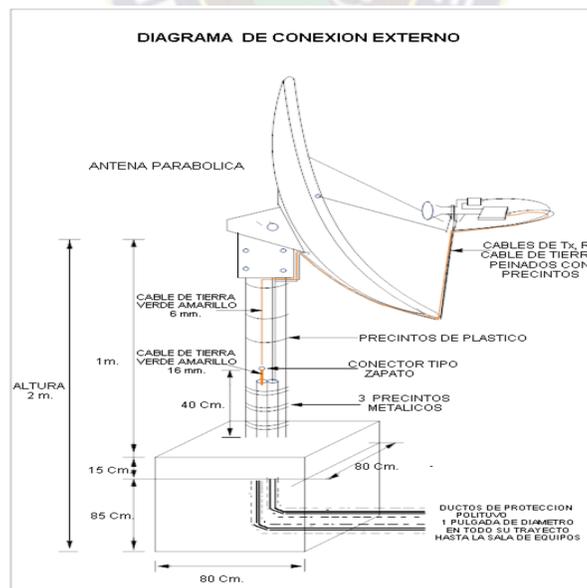


Figura Nro. 4.19. El esquema de conexiones externo.⁴⁰

⁴⁰ Documento de información técnica y normas de referencia para la contratación proveedores proyecto Telecentro Satelitales integrales Entel S. A.

4.11.2. Alineación de la Antena

La alineación de la antena deberá lograr el mejor nivel de recepción posible de la señal del HUB satelital y realizar el ajuste de potencia de transmisión en coordinación con el HUB de gestión (Pruebas de 1 dB de compresión y pruebas de linealidad). Adicionalmente se realizara el ajuste de Crosspole coordinando con nuestro HUB y la ABE.

4.11.3. Instalación del FEEDER, BUC y LNB

La instalación del Feeder deberá ser realizado en el soporte de feeder de la antena satelital y estar firmemente aseguradas al mismo y a las varillas de la antena. Se debe polarizar de forma correcta el feeder de tal forma de obtener una relación de polarización cruzada lo más grande posible

Los equipos (BUC y LNB) estarán firmemente sujetos al feeder de la antena y sellados con silicona en las uniones al feeder, los puntos de unión de los cables IFL Tx/Rx al BUC y LNB estarán sellados con cinta vulcanizante y recubiertos con silicona respectivamente.

La longitud de los cables de transmisión y recepción estará en función de cada sitio, teniendo como referencia una longitud máxima de 30 metros.

Los cables coaxiales deben ser conectorizados sin fallas o falsos contactos y compresos adecuadamente.

En todo su trayecto debe hallarse sujeto y precintado con cinturones plásticos adecuados para el diámetro del tubo galvanizado y cables coaxiales respetando una sola posición de todo el cableado (Cortes de sobrante y Unión cinturón Plástico de Lado derecho).

A partir de la base (pretil) deberá instalarse tres cinturones metálicos para la sujeción del politubo al tubo galvanizado.

4.11.4. Conexiones Internas

Los equipos a instalarse y que serán provistos por ENTEL son los siguientes:

- Antena Satelital, Fedeer, LNB, BUC y Modem Satelital
- Antena Yagi externa, si corresponde
- Aparato telefónico con su respectivo soporte
- Tablero de distribución de energía AC
- UPS (3 KVA) / Sistema de energía Fotovoltaico
- Protectores eléctricos
- Rack de pared con bandeja para alojar equipos
- Router Wi-Fi
- Televisor con su respectivo soporte
- Kit Set Top Box
- Computadoras
- Impresora
- Mobiliario
- Cabeceras de Radioenlace, si corresponde

La instalación y puesta en marcha de estos equipos deberán ser de acuerdo a las normas y especificaciones de los fabricantes. Ver la figura para el diagrama de conexión.

4.11.5. Instalación de los equipos en el Rack.

Los equipos: modem satelital y Router Wi-Fi serán instalados en el rack interno que proveerá ENTEL S.A. El rack estará ubicado a una altura de 1.7 metros sobre el nivel del piso y será debidamente sujetado a la pared.

Los cables de entrada y salida del rack (IFL Tx/Rx y de energía), estarán instalados estéticamente y debidamente protegidos contra manipuleos indebidos, sin embargo el

acceso debe ser fácil para su mantenimiento y claramente identificados. Ver figura para conocer esquemas de rack y equipos.

Todos los equipos dentro el rack (modem y Router Wi-Fi) tienen que estar debidamente aterrados con cable de tierra verde amarillo AWG No. 10 con sus respectivos terminales a la barra colectora de tierra ubicado en el rack de equipos.

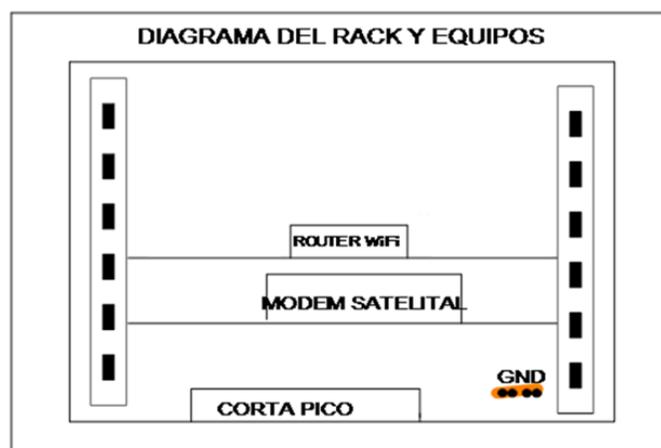


Figura Nro. 4.20. Distribución de equipos dentro el Rack⁴¹

Todo cableado interno, cables Tx/Rx, telefónicos, de energía y tierra, deben estar sujetos y correctamente peinados con cable ductos adecuados.

4.11.6. Instalación del Aparato Telefónico

El aparato telefónico a ser provisto por ENTEL es de interiores, el mismo deberá estar instalado en una ubicación que permita el mejor aprovechamiento y uso del mismo, debidamente protegido y sujetado con cable ductos apropiados. En el caso de requerirse la instalación de una antena Yagui, esta será provista por Entel, con el cable respectivo, esta deberá ser instalada apuntándola a la Radio base más cercana y fijada en el techo en un mástil o soporte provisto por el instalador

⁴¹ Documento de información técnica y normas de referencia para la contratación proveedores proyecto Telecentro Satelitales integrales Entel S. A.

4.12. Instalación de Energía

4.12.1. Instalación del Tablero de Distribución de Energía AC

El tablero de distribución AC será provisto por ENTEL S.A. y estará compuesto por dos protectores de transientes uno para fase y uno para neutro en la acometida de energía y 4 disyuntores para la protección de los equipos, una barra colectora de tierra para la distribución de tierra a los equipos, y sus respectivas regletas de distribución de energía a los equipos.

4.12.2. Instalación del Sistema de Energía AC

La acometida se hará desde el medidor de energía eléctrica de la institución beneficiaria, u otro punto asignado por autoridad competente, hasta el tablero de distribución AC, con cable encaquetado bipolar multifilar AWG #10

En caso de que esta acometida se realice de forma subterránea, el cable deberá estar protegido con politubo PVC esquema 40 de una pulgada en todo su trayecto, el cual estará enterrado a una profundidad mínima de 50 cm. En caso de instalación externa, la acometida deberá estar sujeta correctamente a la pared con abrazaderas metálicas, si se tuviese que realizar tendidos aéreos estos deberán tener sistemas de sujeción adecuados (Ferretería ADSS o similares)

La instalación dentro los ambientes se realizara con cable ductos adecuados hasta el tablero de energía AC. Mediante cable Unifilar #12 de acuerdo al código de colores de Entel

La conexión del sistema de tierra para el Telecentro se efectuará en la base del tubo galvanizado de la antena VSAT o directamente desde la malla de tierra en el caso de que el Tubo galvanizado no esté cerca. A este punto se conectará la barra colectora ubicada en el interior del Telecentro con cable de tierra AWG #4, de allí, con cable de tierra verde/amarillo de 6 mm, se hará la conexión a la barra del tablero de distribución de

energía. Esta barra mediante cable verde/amarillo de 6 mm, proporcionará la conexión a tierra para las tomas que alimenten a los equipos informáticos y el rack indoor.

4.12.3. Instalación del Sistema de Energía DC

El despliegue del sistema de alimentación eléctrica fotovoltaico para el funcionamiento del telecentro, incluirá la instalación de los paneles solares en sus soportes, el banco de baterías, el regulador, el inversor y las protecciones eléctricas correspondientes, todos los cuales serán provistos por Entel S.A. El proveedor deberá prever los materiales necesarios para la interconexión y la puesta en operación del sistema, de acuerdo a las recomendaciones que realice el fabricante.

Todo el cableado deberá estar debidamente protegido de manipulación y/o contacto accidental. Por lo que el cable deberá estar protegido con politubo PVC de una pulgada en todo su trayecto, el cual estará enterrado a una profundidad mínima de 50 cm. En caso de instalación externa, la acometida deberá estar sujeta correctamente a la pared con abrazaderas metálicas.

La instalación dentro los ambientes se realizara con cable ductos adecuados hasta el tablero de energía AC.

El aterramiento de este sistema se efectuará en la barra colectora ubicada en el interior del Telecentro con cable de tierra verde/amarillo de 6 mm.

La conexión del sistema de tierra para el Telecentro se efectuará en la base del tubo galvanizado de la antena VSAT o directamente desde la malla de tierra en el caso de que el Tubo galvanizado no esté cerca. A este punto se conectará la barra colectora ubicada en el interior del Telecentro con cable de tierra AWG #4, de allí, con cable de tierra verde/amarillo de 6 mm, se hará la conexión a la barra del tablero de distribución de energía. Esta barra mediante cable verde/amarillo de 6 mm, proporcionará la conexión a

tierra para las tomas que alimenten a los equipos informáticos, el rack indoor y el sistema de energía fotovoltaico.



Figura Nro. 4.21. Componentes panel solar ⁴²

- **Controlador de Carga**

Este es un dispositivo electrónico, que controla tanto el flujo de la corriente de carga proveniente de los módulos hacia la batería, como el flujo de la corriente de descarga que va desde la batería hacia la carga.

Si la batería ya está cargada, el regulador interrumpe el paso de corriente de los módulos hacia ésta y si ella ha alcanzado su nivel máximo de descarga, el regulador interrumpe el paso de corriente desde la batería hacia las lámparas y demás cargas.

- **Inversor**

Un inversor fotovoltaico es un convertidor que transforma la energía de corriente continua procedente del generador fotovoltaico en corriente alterna.

⁴² Documento de información técnica y normas de referencia para la contratación proveedores proyecto Telecentro Satelitales integrales Entel S. A.

- **Fotovoltaico Baterías**

Almacenan energía eléctrica en periodos de abundante radiación solar y/o bajo consumo de energía eléctrica. Durante el día los módulos solares producen más energía de la que realmente se consume en ese momento. Esta energía que no se utiliza es almacenada en la batería.

Proveen un suministro de energía eléctrica estable y adecuada para la utilización de aparatos eléctricos. La batería provee energía eléctrica aun voltaje relativamente constante y permite, además, operar aparatos eléctricos que requieran de una corriente mayor que la que puede producir los paneles

4.13. Conexión e Instalación de Energía

En una figura anterior se describió en detalle la forma de estas conexiones dentro y fuera del tablero de distribución de energía. El UPS estará instalado en un lugar seco libre de humedad y protegido. La UPS se ubicara en un soporte que proveerá Entel para mantener la UPS alejada del piso una altura de 20 cm. el soporte deberá empernarse al piso para evitar Movimiento o desconexiones accidentales.

El código de colores que se respetara en la instalación será correspondiente a Fase color negro, Neutro Blanco o Azul, y tierra Verde-Amarillo, es decir deberá existir una sola uniformidad en la instalación del telecentro.

El peinado de los cables de energía y tierra deben estar debidamente ubicados, tal que no debe existir sobre posición de estos, evitando recalentamiento y posibles corto circuito. El cableado estructurado deberá encontrarse a una distancia de 30 - 40cm aprox. respecto el piso, sin poseer aberturas, secciones descubiertas o desprotegidas. Esta distancia variara de acuerdo a requerimiento expreso de Entel en sitios particulares.

Los dos protectores de transientes se encuentran en el tablero AC, protegen la Fase y el Neutro de la entrada del medidor de energía AC. Se conectan a la barra: “Fase 1” y “Neutro 1” respectivamente. Los 4 disyuntores se encuentran dentro el tablero AC.

La conexión del tablero eléctrico debe ser de acuerdo al diagrama siguiente:

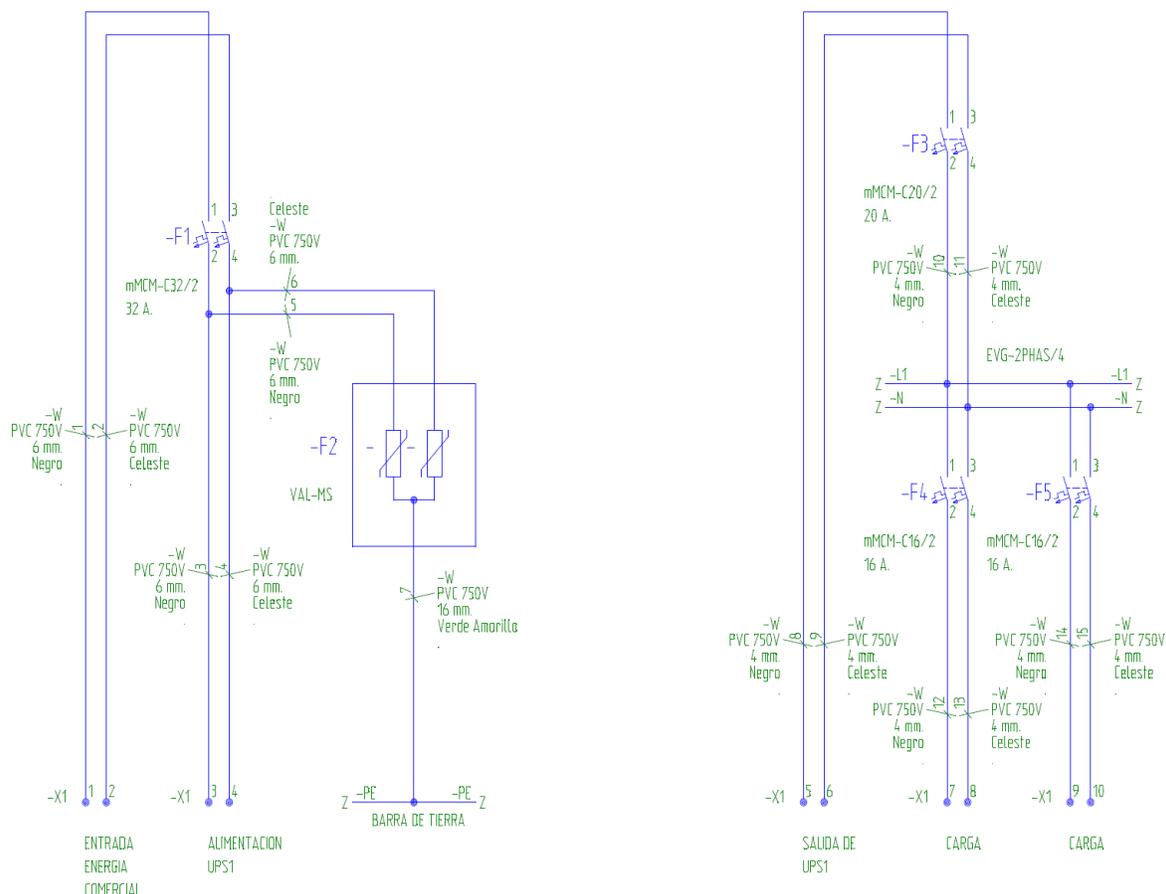


Figura Nro. 4.22. Diagrama unifilar conexión eléctrica ⁴³

De la carga 7-8 se energizarán un corta picos con protección para los equipos satelitales ubicados en el “rack de equipos”. De este cortapicos se energizarán los equipos satelitales: Modem satelital y Router Wi-Fi. De la carga 9-10 se energiza la toma de energía para las computadoras, monitores del TELECENTRO. El Televisor y demás dispositivos deben derivar de la carga 7-8

⁴³ Documento de información técnica y normas de referencia para la contratación proveedores proyecto Telecentro Satelitales integrales Entel S. A.

4.14. Instalación de la Red Interna

El interfaz de entrada del Router Wi-Fi es Fastethernet RJ45. La distribución de internet a las computadoras del TELECENTRO será mediante el protocolo Wi-Fi.

Los equipos informáticos deberán encontrarse debidamente instalados, los periféricos serán ordenados, peinados y cubiertos con tubo corrugado. Todos los accesorios deberán ser instalados previas pruebas de funcionalidad.

Tabla Nro. 4.3. Requerimientos de configuración:

Configuración de Acceso	
Modem Satelital	Habilitación (Coordinación con HUB)
Telefonía GSM	Habilitación
Configuración de Red WLAN	
WLAN	Habilitación Visibilidad
Nombre de WLAN	TELECENTRO_XXXXXXXXXX
Seguridad e Encriptación	WPA/WPA2/PSK
Password	t3l3c3ntr05
DHCP WLAN	Deshabilitado
Configuración de Equipos Informáticos	
Equipo	Configuración de IP estática
PCU 1	192.168.1.101
PCU 2	192.168.1.102
PCU 3	192.168.1.103
PCU 4	192.168.1.104
PCU 5	192.168.1.105
Impresora	Instalación de Drivers
DNS 1	200.87.100.10
DNS 2	200.87.100.40

4.15. Pruebas de Calidad y Registro de Equipos

Al concluir la instalación se realizarán pruebas del correcto funcionamiento del sistema instalado verificando los niveles de transmisión y recepción en el modem satelital lado HUB y lado Remoto y realizando pruebas de conexión a la red Internet, llamadas salientes, entrantes, funcionamiento de la televisión.

4.15.1. Pruebas de Enlace

Una vez terminado el trabajo, llamar al HUB SATELITAL al 800-10-0025 con quienes se realizarán las pruebas de calidad de enlace. Se deben obtener los mejores parámetros posibles de (C/N upstream), (C/N downstream), (TxPower), (RxPower), y realizar tests de 1 dB de compresión. Todos estos resultados se deben registrar en el formulario de instalación y pruebas del anexo 2

4.15.2. Pruebas de Datos e Internet

Desde una PC conectada directamente al modem satelital realizar pruebas de conectividad ICMP al servidor DNS, los mismos deben tener un tiempo de respuesta RTT aproximadamente entre 530 ms y 800 ms, no deben existir timeouts.

Realizar pruebas de transferencia de archivos FTP para saturar el canal de acceso.

Conectarse al servidor FTP de ENTEL y realizar descarga de archivos superiores a 2 Mbps, posteriormente realizar subidas de archivos desde la PC hacia el servidor FTP. Verificar con un medidor de ancho de banda (DIUCE o Netpersec) la tasa de transferencia de archivos.

Verificar en ambos casos que el rendimiento sea superior al CIR del perfil del enlace.

Realizar las mismas pruebas de conectividad y transferencia de archivos desde las computadoras que componen el TELECENTRO usando la conectividad Wi-Fi

4.15.3. Pruebas De Telefonía

Desde el aparato telefónico realizar llamadas al HUB 800-10-0025 para la verificación de todos los parámetros de la terminal satelital.

Posteriormente realizar prueba de llamadas entrantes desde diversos números.

4.15.4. Pruebas de Saturación

Saturar completamente el canal de datos con transferencia de archivos en subida y bajada, al mismo tiempo realizar llamadas telefónicas (en caso de sitios con BTS). En coordinación con el HUB SATELITAL verificar la correcta configuración de los parámetros de “Calidad de Servicio” (QoS), de tal forma que la llamada bajo estas condiciones se realice sin ningún problema ni interferencia.

4.15.5. Pruebas de Televisión

Encender los equipos de televisión (STB y Televisor), verificando la calidad de la imagen y audio recibidos, canales internacionales y los de radio.

4.15.6. Registro de Equipos

Registrar cuidadosamente el detalle de número de serie y nombre de los equipos instalados en el Formulario de Instalación descrito en el Anexo 4.2. Asimismo este detalle de los números de serie se registrará en la base de datos del sistema Vsat-IP del HUB.

El documento a presentarse por cada sitio incluirá los diagramas As-built de instalación interna y externa, los inventarios de equipos en el formulario de instalación y pruebas, y muestrario fotográfico de acuerdo al formato de informe de instalación proporcionado.

4.16. Estación Radio Base

Una estación base de telefonía móvil es una estación de transmisión y recepción situada en un lugar fijo, compuesta de una o más antenas de recepción/transmisión, una antena de microondas, y un conjunto de circuitos electrónicos, y utilizada para manejar el tráfico telefónico.

Actúa como puente entre todos los usuarios de móviles de una misma célula, y conecta las llamadas de los móviles con la central de conmutación.⁴⁴

En el contexto de la telefonía móvil, una estación base (en inglés: Base Transceiver Station (BTS)) dispone de equipos transmisores/receptores de radio, en la banda de frecuencias de uso (850 / 900 / 1800 / 1900 MHz) En GSM y (1900/2100Mhz) en UMTS que son quienes realizan el enlace con el usuario que efectúa o recibe la llamada(o el mensaje)con un teléfono móvil. Las antenas utilizadas suelen situarse en lo más alto de la torre (si existe), de edificios o colinas para dar una mejor cobertura y son tipo dipolo. Normalmente, está compuesta por un mástil al cual están unidas tres grupos de una o varias antenas equidistantes. El uso de varias antenas produce una diversidad de caminos radioeléctricos que permite mejorar la recepción de la información.

Además, la Estación Base dispone de algún medio de transmisión, vía radio o cable, para efectuar el enlace con la Central de Conmutación de Telefonía Móvil Automática, que a su vez encamina la llamada hacia el teléfono destino, sea fijo o móvil. Por lo general estas estaciones disponen también de baterías eléctricas, capaces de asegurar el funcionamiento ininterrumpido del servicio.

En zonas densamente pobladas (Ciudades...), hay muchas estaciones base, próximas entre sí (células pequeñas). Las frecuencias deben ser cuidadosamente reutilizadas, ya que son

⁴⁴ Fuente: Canadian Radio-television and Telecommunications Commission Data Collection - Telecommunications Glossary, traducido por GreenFacts. En línea. Revisado (25/09/2017) http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/campos-electromagneticos/glosario/def/estacionbase.htm.

escasas, por lo que cada BTS transmite con poca potencia a fin de que no se produzcan interferencias de una célula con otra célula próxima que use las mismas frecuencias. En cambio, en las zonas de baja densidad (carreteras...) las BTS están alejadas unas de otras y transmiten a elevada potencia para asegurar la cobertura en una célula extensa.

En el siguiente grafico se observa la conexión del sistema a ser instalado en el proyecto:

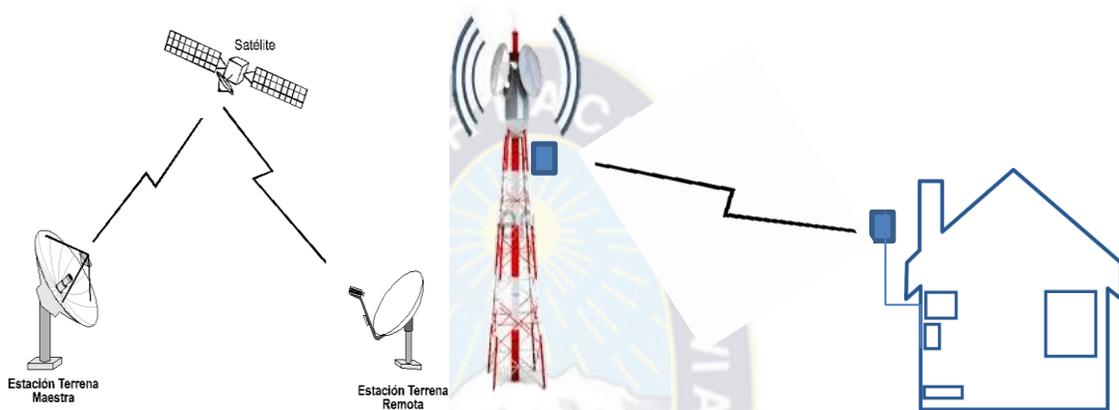


Figura Nro. 4.23. Conexión de una estación base al sistema de acceso satelital proyectado (Fuente propia)

Una radio base es una estación que brinda servicios de Datos y telefonía Móvil, generalmente es situado en las alturas que sean céntricas para dar cobertura a los sitios objetivo.

4.17. Elementos que la componen una Red Satelital.

La radio base está conformada de elementos que hacen posible llegar a sitios donde no se tiene ninguna forma de comunicación, para su instalación se pasan por etapas en donde son involucrados empresas que realizan trabajos como la construcción de la torre, obras civiles e instalación de equipos que hacen posible dar cobertura a sitios que requieren de estos servicios.

4.17.1. Modem Satelital Hughes

Hughes Networks Systems ha lanzado un nuevo enrutador de alto rendimiento para el sistema Jupiter de la compañía, diseñado para operar sobre banda C y Ku, así como capacidad de satélite de banda Ka. El HT1300 permite el uso del sistema Jupiter con capacidad satelital convencional mientras crea un camino para la migración sin problemas a satélites de alto rendimiento (HTS). Capaz de 100 Mbps de rendimiento, el router utiliza una interfaz de banda L estándar de la industria para operar con unidades exteriores, incluyendo amplificadores de alta potencia. El clasificador de tráfico del sistema Jupiter puede clasificar dinámicamente las aplicaciones en tiempo real sensibles al retardo, como voz o vídeo, para ofrecer el rendimiento necesario exigido por los usuarios empresariales. El HT1300 se gestiona completamente desde una ubicación central, como un servicio de asistencia de TI corporativo, y garantiza la seguridad mediante el cifrado bidireccional basado en hardware.⁴⁵

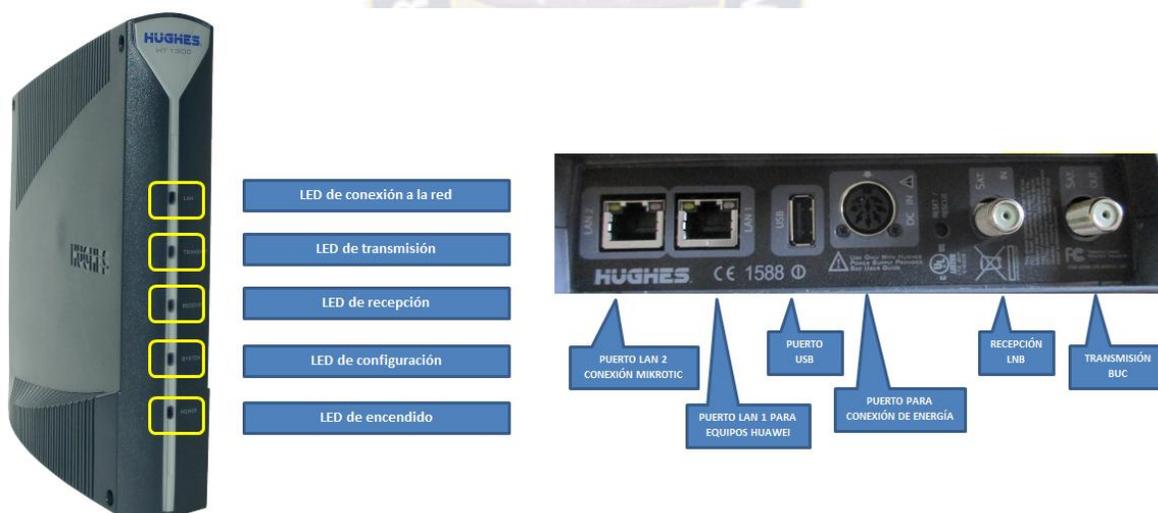


Figura Nro. 4.24. Vista de Modem Satelital Hugues (Fuente propia)

⁴⁵ <http://www.satellitetoday.com/technology/2015/05/28/hughes-unveils-new-jupiter-system-router/>



Figura Nro. 4.25. Instalación modem Hugues HT1300 (Fuente propia)

Una vez que la antena recíbelas señales mediante el LNB la manda al Modem Hugues y esta mediante conexión física del puerto LAN se conecta al Router cisco y este envía mediante Wifi internet a las computadoras que se encuentran en el telecentro.



Figura Nro. 4.26. Vista de Antena, LNB y BUC (Fuente propia)

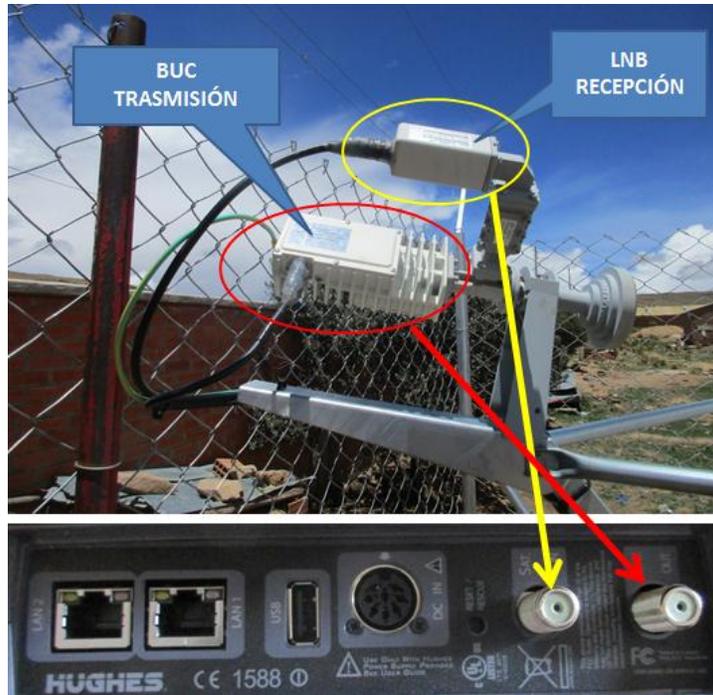


Figura Nro. 4.27. Vista de conexión de LNB y BUC con el Modem HUGUES (Fuente propia)

En la imagen se puede observar la conexión que se realiza desde la antena externa la modem que se encuentra dentro del Rack de equipos.



Figura Nro. 4.28. Vista del modem en correcto funcionamiento y dentro el Rack de equipos (Fuente propia)

4.18. Tipos De Micro Radiobase

Las Micro Radiobase instaladas se dividen en 2 tipos: o Micro Radiobase con Energía Comercial o Micro Radiobase sin Energía Comercial Estos tipos de Micro Radiobase varían en la instalación de los tipos de equipos puesto que en lugares donde no existe energía eléctrica se instalarán paneles solares y en lugares donde existe energía eléctrica se instala una caseta con un tablero eléctrico, además de que las dimensiones del enmallado por la instalación de los paneles solares varían.

4.19. Proceso de Instalación de una Micro Radiobase

Para las Micro Radiobase se tiene el siguiente proceso de instalación.

- Instalación de la Torre.
- Instalación de las OOCC (Obras Civiles).
- Instalación de los equipos de transmisión y energía.

4.19.1. Instalación de la Estructura de la Torre

Procesos que debe seguir para la instalación de la Torre:

- ✓ Adjudicación de Licitación por parte de Empresa Contratista
- ✓ Pedido de Material e instalación de Torre (duración 25 días)
- ✓ Realización de ATP (Prueba de Aceptación Técnica)
- ✓ Solución de Observaciones del ATP (duración 10 días)
- ✓ Penalización por contrato hasta conclusión de Trabajos
- ✓ Aceptación de Torre por parte de ENTEL.

4.19.2. Seguimiento y ATP de Torres

Después de que la comunidad entregara el terreno de 20 x 20 m. a la empresa ENTEL se realizó una Licitación Pública para contratar empresas para la instalación de las Torres,

luego se realizó el seguimiento de la instalación de las torres a las empresas contratistas. Una vez concluida la instalación se realizó un cronograma de visitas para realizar el ATP de las torres a las empresas contratistas.

4.19.3. Instalación de Obras Civiles OOCC

Procesos que debe seguir para la instalación de la OOCC.

Adjudicación de Licitación por parte de Empresa Contratista. Pedido de Material e instalación de OOCC (duración 25 días)

- ✓ Realización de ATP (Prueba de Aceptación Técnica)
- ✓ Solución de Observaciones del ATP (duración 10 días)
- ✓ Penalización por contrato hasta conclusión de Trabajos
- ✓ Aceptación de OOCC por parte de ENTEL.

4.19.4. Seguimiento y ATP de obras civiles (OOCC).

Una vez acabada la instalación de las torres, la empresa ENTEL realizo una Licitación Pública para contratar empresas que se encarguen de la instalación de las OOCC, luego se realizó el seguimiento a las empresas contratistas para que se acabe el trabajo en el tiempo determinado. Una vez concluida la instalación se realizó un cronograma de visitas para realizar el ATP de las obras civiles a las empresas contratistas.

4.20. Equipos para servicio de Telefonía Móvil

La solución elegida para para el proyecto es la Single RAN (RAN: Radio Access Network) de Huawei, esta solución facilita la convergencia en las redes de telecomunicaciones permitiendo desplegar nuevas tecnologías radio como UMTS, HSPA o LTE, manteniendo las tecnologías existentes (GSM, EDGE).

Single RAN simplifica la elección de tecnologías y la evolución de las redes móviles, al permitir que la misma radio base opere en distintas modalidades. Para ello, se utiliza un modelo modular; basado en tarjetas dedicadas, que permite añadir soporte para una tecnología concreta mediante la instalación de una de estas tarjetas.

Con ello se consigue las características esenciales que buscaba el operador: bajos costos de mantenimiento y operación, eficiencia energética, ahorro de espacio y facilidad de gestión.

4.20.1. Descripción de la BTS3900⁴⁶

La BTS3900 es el equipo Huawei que vamos a colocar se trata de una macro cabina conformada por la BBU3900 y varias RFUs.

- BBU3900 (BBU, Base Band Unit) se emplea para procesar señales en banda base y permite la interacción entre la BTS y la BSC.
- RFU (radio Filter Unit) se trata de una unidad de filtrado de radio frecuencias que realiza modulaciones y demodulaciones entre señales de banda base y señales de radio frecuencia, además de procesar datos y combinar y dividir señales.

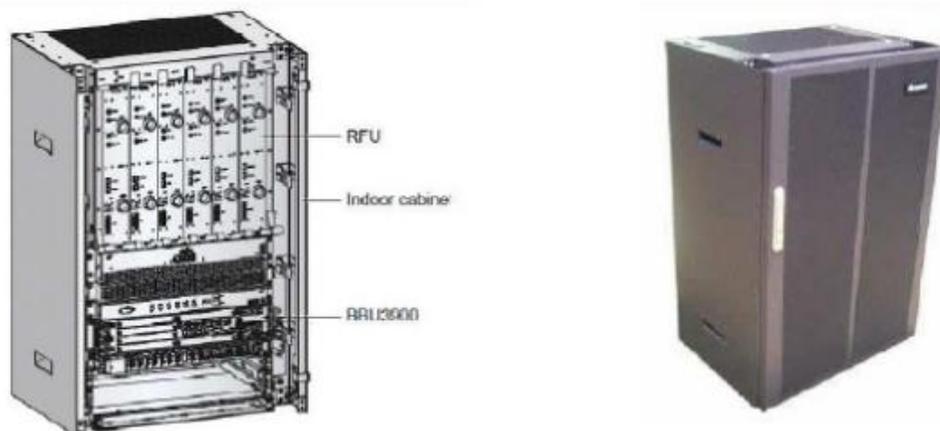


Figura Nro. 4.29. BTS 3900⁴⁶

⁴⁶ M. Guerrero Gonzales, [Despliegue de un red acceso de radio en comunicaciones móviles] (Noviembre 2014) consultado (04/10/2017) disponible en: https://www.academia.edu/31259748/proyecto_fin_de_carrera

4.20.2. BBU3900

La BBU3900 de Huawei está basada en un diseño modular mediante el cual podemos configurar una acción base según nuestras necesidades de manera fácil, añadiendo simplemente nuevas tarjetas ya sea para ampliar la capacidad de transmisión, la de proceso o de implementar una nueva tecnología en un nodo ya existente.

Es importante resaltar que la interfaz hacia la RNC/BSC es independiente para cada tecnología (excepto para aquellos casos en los que se opte por utilizar co-transmisión), es decir, la parte 2G tiene una conexión para la interfaz Abis (comunicación entre BTS y BSC) y la parte 3G dispone de una transmisión propia conectada a la RNC para la interfaz Iub.

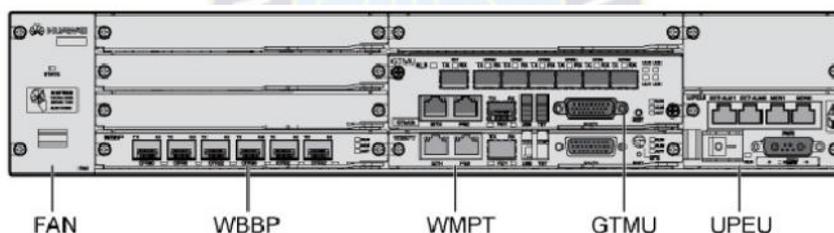


Figura Nro. 4.30. BBU3900

A continuación vamos a detallar las tarjetas que conforman la BBU3900 y su funcionalidad.

- WMPT (WCDMA Main Processes and Transmission Unit)

La tarjeta WMPT se encarga de procesar y gestionar los recursos para las demás tarjetas de la parte 3G.

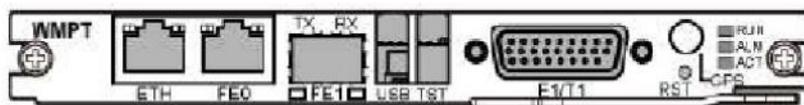


Figura Nro. 4.31. WMPT (WCDMA Main Processes And Transmission Unit)

- **GTMS (GSM Transmission & Manager Unit For BBU)**

La tarjeta GTMU es la entidad básica de transmisión y control de la BBU para la parte 2G.

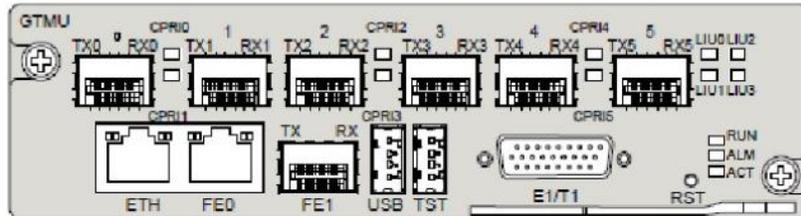


Figura Nro. 4.32. GTMS (GSM Transmission & Manager Unit For BBU)

Entre sus funciones cabe destacar que controla la gestión de la BTS, monitoriza los ventiladores y módulos de alimentación y provee la señal de reloj. Además, soporta la transmisión sobre 4 E1s y dispone de los CPRI (6) necesarios con la comunicación con las RRU.

- **WBBP (WCDMA Base Band Process Unit)**

La tarjeta WBBP es la encargada de procesar señales en banda base tanto en uplink como en downlink, además de proveer los puertos CPRI necesarios para la comunicación con las RRU (Radio Remot Unit).



Figura Nro. 4.33. WBBP (WCDMA Base Band Process Unit)

Existen diferentes versiones de tarjetas WBBP. La versión define y limita el número de celdas y el número de channel element (CE) soportado por UL y DL.

En este proyecto se decidió instalar 2 tarjetas WBBP por Nodo B (UMTS): una de ellas se encarga de procesamiento en banda base y funciona además como tarjeta de interfaz entre la BBU y la RRU y la otra funciona únicamente como tarjeta procesadora.

- **UBRI (Universal Base Band Radio Interfaz Board)**

La tarjeta UBRI procesa 6 puertos CPRI adicionales para facilitar la convergencia, distribución y transmisión de diferentes tecnologías entre la BBU y las RRU 900 MHz. Los tres primeros puertos se configuran para el despliegue de U900, mientras que los tres últimos se configuran para la tecnología GSM.

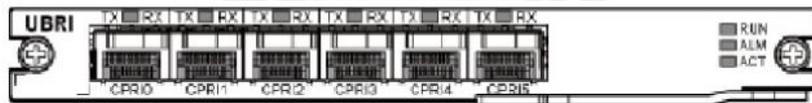


Figura. 4.34. UBRI (Universal Base Band Radio Interfaz Board)

- **UTRP (Universal Transmission Processing Unit)**

La UTRP es una tarjeta que permite que permita ampliar la capacidad de la BBU3900. En los casos en los que se configuren más de 4 E1s, la tarjeta UTRP4 provee de 8 E1s soportando el protocolo IP. Además construye y destruye las tramas HDLC (High Level Data Link) y asigna y controla los 256 time slot HDLC.



Figura Nro. 4.35. UTRP (Universal Transmission Processing Unit)

- **UPEU (Universal Power and Environment interface Unit)**

La tarjeta UPEU es obligatoria en el BBU3900 ya que se encarga de transformar a +12V de corriente continua de la señal de entrada.

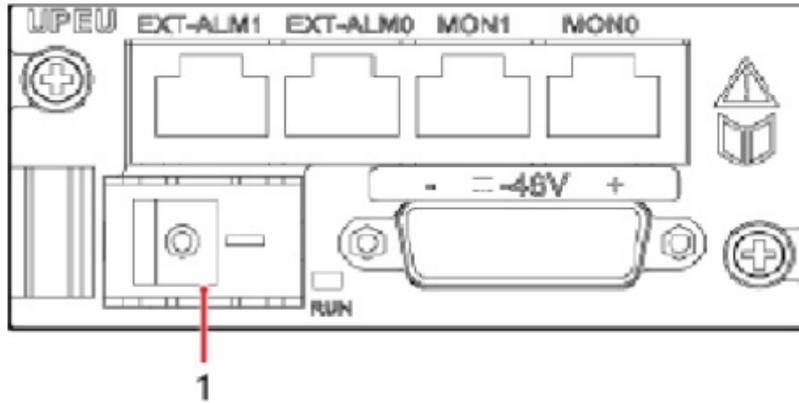


Figura Nro. 4.36. UPEU (Universal Power and Environment interface Unit)

En nuestro caso se ha instalado la versión UPEUa que convierte de -48V a +12V DC. Además, proporciona 2 puertos de entrada MON y 2 puertos para 8 señales de tipo booleano (EXT_ALARM). Estos nos permitirán conectar la BBU a la caja de alarmas externas en el emplazamiento.

- **UEUI (Universal Environment Interface Unit)**

La tarjeta UEUI se encarga de transmitir las señales de alarma y monitorización de los dispositivos externos a la tarjeta de control principal (en nuestro caso la GTMU)

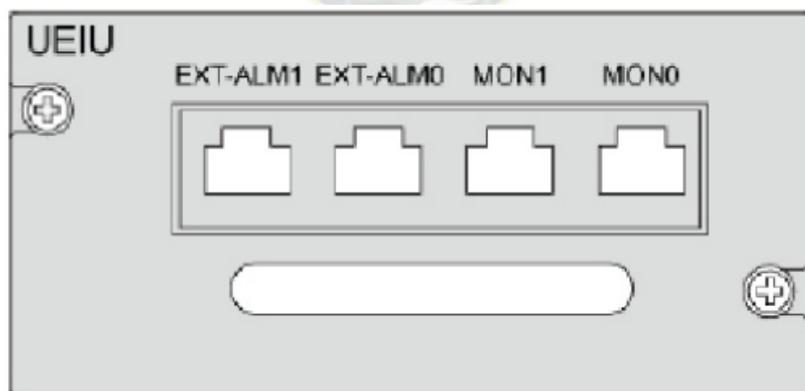


Figura Nro. 4.37. UEUI (Universal Environment Interface Unit)

Al igual que la UPEU proporciona 2 puertos de entrada MON y dos puertos EXT-ALARM que pueden transmitir 4 señales booleanas cada uno. Por ello, la UEUI junto con la UPEU ofrece la posibilidad de transmitir 16 alarmas externas en total (8 de cada tarjeta).

- FAN

La unidad FAN controla la velocidad de los ventiladores y reporta el estado de los mismos a la tarjeta de control principal, monitoriza la temperatura de la unidad y disipa el calor de la BBU.

4.20.3. RRU3908 (Radio Remote Unit)⁴⁷

La RRU es la unidad remota outdoor de radio, encargada de procesar la señal en banda base y la señal RF de GSM y la señal RF de UMTS. Además proporciona diplexores y unidades transceptores TRX.

La RRU soporta 6 portadoras en modo GSM y en modo Dual (GSM y UMTS) o 4 portadoras en modo UMTS, además permite el control de potencia y detección del ROE y proporciona los puertos CPRI para la comunicación con la BBU.

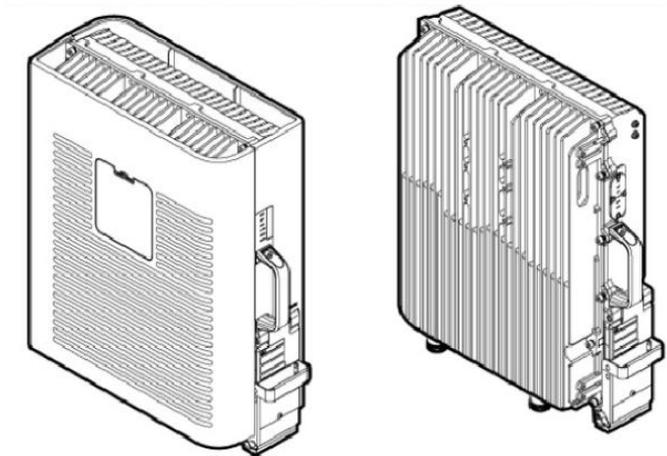


Figura Nro. 4.38. RRU3908 (Radio Remote Unit)

⁴⁷ M. Guerrero Gonzales, [Despliegue de un red acceso de radio en comunicaciones móviles] (Noviembre 2014) consultado (04/10/2017) disponible en: https://www.academia.edu/31259748/proyecto_fin_de_carrera

4.21. Protocolo Técnico de Aceptación ATP

El protocolo técnico de aceptación ATP, es el último paso que se realiza cuando la empresa que realizó los trabajos de instalación termina los trabajos e informa que está listo para la pruebas de aceptación.

Estas se realizan con formularios elaborados a requerimiento de Entel y está de acuerdo al pliego de especificaciones técnicas. Existe el ATP de telecentro en su distinto escenario y ATP de Radio Base para equipos de telecomunicaciones y energía. Los mismos se encuentran como ejemplo en los anexos de este trabajo.

4.22. Operación y Mantenimiento

Una vez que el sitio fue aceptado en el ATP, este cuenta con una garantía de instalación y funcionamiento por parte de la empresa instaladora que es de 6 a 12 meses de acuerdo al contrato suscrito con Entel S. A.

Una vez terminado el periodo de garantía se encuentra en responsabilidad de los consultores realizar la operación y el mantenimiento de las terminales tanto como telecentros y radio bases, para lo cual se adjunta en los anexos manuales de configuración de los diferentes equipos instalados.

CAPITULO V

EVALUACIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

5. EVALUACIÓN

5.1. Análisis de la actividad laboral

Análisis de la actividad del postulante en relación a las exigencias y requerimientos que le planteo la sociedad y las respuestas generadas a partir de la propia actividad laboral.

- ¿Como el trabajo desempeñado le ayudo a desarrollar su capacidad de resolver y anticiparse a problemas?

Gracias a la experiencia de los años de trabajo en las diferentes empresas se realiza un diagnóstico de gabinete de la tarea a realizar, realizando contacto con el HUB quienes proporcionan información del estado del acceso, los niveles de señal y que si la terminal está fuera de servicio. El NOC, nos proporciona información de acontecimientos que sucedieron en un determinado tiempo en los diferentes subsistemas que lo componen.

- ¿Qué conocimientos y destrezas le fueron exigidos?

Se exigió el conocimiento teórico – práctico en las áreas de telecomunicaciones satelitales, redes LAN, WLAN, Energía, Teoría de Control, Líneas de Transmisión y Antenas, Telefonía Móvil y otras que se impartieron durante la formación académica.

- ¿Qué desafíos éticos afronto?

Carácter y confianza en las decisiones tomadas en cada una de los trabajos encomendados, ya que el cargo desempeñado nos permite estar en el sitio donde se ejecuta el proyecto y es el pilar fundamental para la toma de decisiones de la empresa.

- ¿Qué problemas le supuso el manejo de recursos humanos, materiales y técnicos en el trabajo desarrollado y como los resolvió?

Uno de los problemas más recurrentes es que el personal de las empresas adjudicadas para la ejecución del proyecto siempre argumenta tener la razón o justificar alguna observación que se halló sobre el trabajo asignado en la etapa del Protocolo Técnico de Aceptación ATP. La falta de materiales para los trabajos realizados que causan retrasos en los plazos establecidos y un problema técnico y difícil de resolver fue la falla de equipos y la distancia que tiene que recorrer para su reposición.

Para cada uno de los problemas mencionados se recomienda:

- Seguir el pliego de términos de referencia TDR.
- Coordinación con proveedores de materiales y solicitar colaboración de la localidad beneficiada.
- Realizar la prueba de equipos antes de realizar el viaje a sitio.

5.2. Análisis en relación a la formación académica

Análisis de la actividad en relación a la formación recibida en la Facultad de Tecnología de la UMSA.

- ¿Qué exigencias a nivel de conocimientos, destrezas y actividades éticas le planteo el desempeño laboral y que no fueron previstas en su Plan de Estudios?

Prácticas de laboratorio que enfrente temas reales de cálculo, realizar simulación con software con datos obtenidos en campo, realizar drive test, realización de Site Survey, manejo de personal.

- ¿Qué elementos de la formación recibida en la Facultad de Tecnología de la UMSA han sido más útiles y cuáles menos?

Se rescata todos los conocimientos teórico – prácticos recibidos durante la formación académica y se adecuan según el trabajo que se desempeñe. Se debe reforzar el tema del idioma Inglés el cual debería ser impartido cada semestre ya que a nivel tecnológico es parte fundamental de profesional.

- ¿Cómo considera el perfil profesional desarrollado en su Carrera respecto a los requerimientos del medio?

Bueno, pero debe ser mejorado y adaptado a condiciones reales que cumplan con lo requerido por las empresas.

- Propuestas de conceptos, elementos, acciones, contenidos, etc., que deberían ser considerados o introducidos en el Plan de estudios de su Carrera.

Se debe adecuar más laboratorios como en las materias de Fibra Óptica, satelital, líneas de transmisión, redes de datos y llevarlos a casos reales de cálculo.

- Considerando los cambios producidos en las últimas décadas y de su propia experiencia, ¿Cómo prevé que será el desempeño profesional en el nuevo siglo?

Se debe tener más capacitación y actualizar la formación en un área específica para el desempeño de las funciones en las actividades a desarrollar. Ya que el avance tecnológico avanza a pasos grandes y el mercado laboral tiende a ser reducido por el gran número de profesionales que hay en el medio.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIÓN

En el desarrollo de la presente Memoria Técnica, por los trabajos realizados en la Empresa Nacional de Telecomunicaciones - Entel S. A., como Consultor del Proyecto Telecentros Satelitales Integrales TSI Fase II, se pudo poner en práctica todos los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo de mi carrera universitaria, donde se pudo profundizar estos conocimientos con el trayecto laboral en las diferentes empresas en las que preste mis servicios, en la cual se asimilo conocimientos, habilidades, aptitudes y destrezas en trabajos realizados en el campo de las telecomunicaciones. Así también se pudo aprender de la enseñanza de los coordinadores y jefes de proyectos sobre experiencias a las diferentes situaciones que se presentan en la ejecución de proyectos. Se pudo aprender la administración pública los procedimientos establecidos, la normativa actual vigente, la ley 1178 (ley de administración y control gubernamental) y la responsabilidad por la función pública.

Toda esta doctrina práctica y teórica me servirá como base importante para el ejercicio profesional de mi persona como Licenciado en Electrónica y Telecomunicaciones, donde la UMSA a través de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones y por la oportunidad que presta Entel S. A., en la inclusión de personal con experiencia laboral, contribuyeron en la formación profesional de mi persona como recurso humano dentro de las exigencias y planes de trabajo formulados por la UMSA.

CONCLUSIÓN

PROYECTO TELECENTROS SATELITALES INTEGRALES TSI FASE II

Indudablemente, el proyecto Telecentros Satelitales Integrales “TSI II” es un gran aporte al país, permite impulsar el desarrollo productivo de las localidades rurales facilitando el

acceso a las comunicaciones en especial a las que se encuentran más alejadas, facilitando los negocios al bajar los costos de comunicación que implican las transacciones comerciales a grandes distancias. Pero, el proyecto TSI II también tiene un componente social que trata de equilibrar las desigualdades del nivel existente entre el campo y la ciudad, ya que actualmente es mediante el acceso a las TIC y más adelante mediante el acceso a la teleeducación y telesalud en toda el área rural.

Se realizó la instalación 1500 telecentros a nivel nacional, y en el departamento de La Paz 536 telecentros de los cuales 160 cuentan con radio bases de acceso satelital y que actualmente se encuentran en funcionamiento.

Se provee de servicio de internet, telefonía y televisión a las poblaciones que no cuentan con estos servicios y que fueron de gran aceptación en las localidades más alejadas como localidades del municipio de Ixiamas, Inquisivi, Charazani, Apolo y otros. Que por su ubicación geográfica no se puede llegar mediante enlaces de radio o fibra óptica.

RECOMENDACIÓN

Por todo lo observado durante el proyecto TSI II, se recomienda que el jefe de proyecto mediante la Subgerencia de Desarrollo Rural de Entel S. A., realicen una mejor planificación en la aprobación de localidades beneficiarias con los diferentes proyectos del PRONTIS, por que a falta de esta planificación poblaciones grandes y con alta densidad de población son beneficiados con proyectos micro cuando en realidad requieren grandes proyectos porque una vez que son beneficiados con uno ya no pueden optar por otro de gran magnitud. Que tome en cuenta plazos reales para la ejecución de proyectos y que las empresas adjudicadas para la implementación de los mismos sean capacitadas para la uniformidad de los trabajos.

Se recomienda que el Ministerio de Obras Publicas Servicios y Vivienda MOPSV, instruya a los gobiernos municipales a nivel nacional, que se designe presupuestos para la implementación de proyectos de inclusión social y TIC's, ya que en el proyecto TSI II tuvo

retraso a causa de que los municipios no contaban con recursos para realizar contrapartes como nivelación de terrenos, apertura de caminos, tendido de energía de media tensión y puesta de transformador para la implementación de radio bases.

Existen localidades que hacen un buen uso de los telecentros, ya que realizan investigaciones por estudiantes de primaria, secundaria y nivel técnico. También por personas mayores buscando información de trámites, información histórica y turística de sus regiones. Pero los municipios al cabo del año de gratuidad que se otorga a cada telecentro, el municipio no realiza los pagos por falta de presupuesto o indican que tiene proyectos macros que les impide realizar los mismos. Por lo cual se recomienda que se busquen acuerdos con ONG, instituciones privadas que puedan ayudar con los mismos o buscar medios para que los gastos corran por parte del gobierno central.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LÓPEZ MORALES, David Máximo

1997 Diseño e Implementación de un Sistema VSAT-SCPC. Tesis para optar el grado de Ingeniero Electrónico. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Electrónica.

TOMASI, Wayne

1996 Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Ed. Prentice Hall, 4ta. Edición.

Manual de instalación BTS3900C HUAWEI

Manual de Capacitación Telecentros Elaborado por Consultores Entel S, A.

“Guía de instalación de BTS para OSP RAN Renewal Project” , septiembre 2012 Huawei technologies.

Evolución de las redes de telefonía móvil de Antonio Flores Gálea, Septiembre de 2009, Junta de Andalucía: Consejería de Innovación, ciencia y empresa.

SRAN: Guía de supervisión primer nivel GNOC: enero 2011. Huawei technologies.

www.telecomhall.com

https://www.academia.edu/31259748/PROYECTO_FIN_DE_CARRERA

<http://www.prontis.gob.bo/#intro>

https://www.oopp.gob.bo/vmtel/uploads/VMTEL_RFC_2015.pdf

<https://es.slideshare.net/jockopol/sesion-14-satelites>

<http://telecentroscomunitariosticbolivia.blogspot.com/>

<http://www.boliviarrural.org/images/documentos/L164.pdf>

Resolución Ministerial 089 MOPSV

https://www.oopp.gob.bo/vmtel/uploads/RES._MIN._.N%C2%B0089_.pdf

7. ANEXOS

Cálculos de Enlace de Subida y Bajada Satelital

Hoja técnica Satélite Tupak Katari

Formulario Site Survey Telecentro

Formulario Site Survey Radio Base

Formulario entrega de sitio Radio Base

Formulario ATP Telecentro

Formulario ATP Huawei

Informes de contratistas.

Manuales de configuración

