

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA**



**DISEÑO DE UN ENLACE SATELITAL-TERRESTRE
PARA BRINDAR TELEDUCACIÓN EN LA PROVINCIA
DE PURÚS-UCAYALI**

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR:

Bach. VILLANUEVA CARASSA RAÚL HERNÁN

Bach. VARGAS CABANILLAS RENZO ALONSO

ASESOR: Ing. LUIS CUADRADO LERMA

LIMA - PERÚ

AÑO: 2015

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, a mis padres y hermanos. A Dios porque ha estado con nosotros en cada paso que damos, cuidándonos y dándonos fortaleza para continuar, a mis padres y hermanos, porque siempre han velado por nuestro bienestar y educación, siendo nuestro apoyo constante en todo momento, depositando toda su confianza en cada reto que se nos presentaba.

Raúl Hernán Villanueva Carassa

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y hermanos quienes siempre me han brindado su cariño y apoyo incondicional. La confianza que ellos han depositado en mí a largo de mi carrera y mi vida ha hecho pueda cumplir esta meta.

Renzo Alonso Vargas Cabanillas

AGRADECIMIENTO

A través de la presente tesis nos complace brindar nuestro agradecimiento a la Universidad Ricardo Palma, a la escuela de Ingeniería Electrónica y al departamento de Grados y Títulos por habernos permitido realizar el Programa de Titulación por Tesis.

A nuestro asesor, Ing. Luis Cuadrado Lerma quien con su amplia experiencia en el área de Telecomunicaciones nos brindó el apoyo necesario para llevar a cabo esta tesis.

A nuestro amigo, Ing. Francisco Sanguinetti Risco quien nos guió con su amplia experiencia en el área satelital y microondas.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Fundamentación y formulación del problema	2
1.1.1 Problema Principal	2
1.1.2 Problemas Secundarios	2
1.2 Objetivo principal y secundario	2
1.2.1 Objetivo Principal	2
1.2.2 Objetivos Secundarios	2
1.3 Justificación del estudio e importancia	3
1.4 Fundamentación y formulación de las hipótesis	4
1.4.1 Hipótesis Principal	4
1.4.2 Hipótesis Secundarias	4
1.5 Identificación y clasificación de las variables	4
1.5.1 Variable Principal	4
1.5.2 Variable Secundaria	5
1.5.2.1 Variable Secundaria de Hipótesis Secundaria 1	5
1.5.2.2 Variable Secundaria de Hipótesis Secundaria 2	5

1.5.2.3 Variable Secundaria de Hipótesis Secundaria 3	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes del estudio de investigación.	6
2.1.1 Información general de la provincia de Purús	6
2.1.2 Propuestas de proyectos en Purús y en la región Ucayali en general	7
2.1.3 Proyectos en provincias aledañas a Purús	8
2.1.4 Posibles mejoras de telecomunicaciones en Ucayali	8
2.1.5 Plataforma virtual educativa del MINEDU	9
2.2 Bases teóricas vinculadas al problema	10
2.2.1 Reseña Histórica de los sistemas satelitales	10
2.2.1.1 Definición de los Sistemas Satelitales	11
2.2.1.2 Tipos de Orbitas	11
2.2.1.3 Tipos de Satélites	13
2.2.1.4 Clasificación de los satélites	15
2.2.1.5 Frecuencias asignables a los satélites	17
2.2.1.6 Haz Satelital	18
2.2.1.7 Tipos de antenas satelitales	20
2.2.1.8 Tipos de HPA (High Power Amplifier)	27
2.2.1.10 TRANSCEIVER	29

2.2.1.11 LNA (Low Noise Amplifier)	29
2.2.1.12 LNC (Low Noise Converter)	30
2.2.1.13 LNB (Low Noise Block)	30
2.2.1.14 Feeder	31
2.2.1.15 Modem satelital	31
2.2.1.16 BANDA L	32
2.2.1.17 Tipos Polarización	32
2.2.1.18 Angulo de azimut	33
2.2.1.19 Angulo de elevación	34
2.2.1.20 Ajuste del plano de polarización	34
2.2.1.21 Tipos de modulación	35
2.2.1.22 Relación energía de bit a densidad de ruido (E_b/N_0)	38
2.2.1.23 FEC (Forward Error Correction)	39
2.2.1.24 PIRE: Potencia isotrópica radiada efectiva.	40
2.2.2 Reseña de los enlaces microondas	41
2.2.2.1 Componentes de un enlace microondas	41
2.2.2.2 Zona de Fresnel	42
2.2.2.3 Repetidores	43
2.3 Glosario de términos	44

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLOGICO	46
3.1 Tipificación de la investigación	46
3.2 Operacionalización de variables	48
3.3 Estrategia para la prueba de hipótesis	48
3.4 Población y muestra	49
3.4.1 Población	49
3.4.2 Muestra	52
3.4.2.1 Tipo de muestra	52
3.5 Instrumentos de recolección de datos	55
3.6 Descripción del proceso de la prueba de hipótesis	55
CAPITULO IV: INGENIERIA DEL PROYECTO	56
4.1 Portador de larga distancia nacional	56
4.2 Descripción de la Red	56
4.3 Configuración del equipamiento de la red	58
4.3.1 Estación satelital remota de Puerto Esperanza	58
4.3.1.1 Instalación de los equipos	59
4.3.1 Estaciones microondas	61
4.3.1.1 Instalación de los equipos	62
4.4. Asignación de frecuencias para la red	63

4.4.1 Frecuencias Satelitales	63
4.5 Dimensionamiento de la red	66
4.5.1 Calculo del ancho de banda para el acceso a internet	67
4.5.2 Calculo del ancho de banda para el acceso a intranet	69
4.6 Diseño enlace satelital	72
4.7 Diseño enlace microondas	72
4.7.1 Nodo Principal de Puerto Esperanza – Nodo Secundario de San Bernardo	78
4.7.1.1 Enlace San Bernardo – IE 64176 B	81
4.7.2 Nodo Principal de Puerto Esperanza – Nodo Secundario de San Marcos	83
4.7.3 Nodo Principal de Puerto Esperanza – Nodo Secundario de Cantagallo	86
4.7.4 Nodo Principal Puerto Esperanza – IE 64174	88
4.8 Diseño red de datos	91
4.9 Análisis de Operación y Mantenimiento	93
4.9.1 Administración de la red	94
4.9.2 Operación de la red	95
4.9.3 Mantenimiento de la red	95
4.9.3.1 Mantenimiento Preventivo	96
4.9.3.2 Mantenimiento Correctivo	97
4.9.4 Presupuesto	98

4.9.4.1 Costos de Equipos e Infraestructura	98
4.9.5 Operación y Mantenimiento	109
4.9.6 Financiamiento del Proyecto	110
4.10 Beneficios del Proyecto	111
CAPÍTULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	113
5.1 Presentación, análisis e interpretación de los datos obtenidos	113
5.2 Prueba de hipótesis	113
5.3 Análisis y discusión de los resultados	113
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	117
BIBLIOGRAFIA	118
ANEXOS	122
Anexo N° 1: Guía de Observación	122
Anexo N° 2: Formato Site Survey – Estaciones Terrenas: Modelo Empresa	
COMSAT	123
Anexo N° 3: Formato Site Survey – Estaciones Microondas: Modelo Empresa	
SDP Group	137
Anexo N° 4: Simulación de costos de alquiler de un segmento satelital en	

cuanto a la selección de diferentes configuraciones de un modem

CnC.	141
Anexo N° 5: Reporte del LST	143
Anexo N° 6: Enlace microondas radio mobile	144
Anexo N° 7: Data sheet antena Prodelin 2.4 para enlace satélital	151
Anexo N° 8: Datasheet modem satelital CDR QX double talk	152
Anexo N° 9: Datasheet LNB	153
Anexo N° 10: Datasheet BUC	154
Anexo N° 11: Datasheet radio con antena integrada Radwin 2000 Serie A	155
Anexo N° 12: Datasheet radio con antena integrada Radwin 5000 – HBS 5050	157
Anexo N° 13: Datasheet radio con antena integrada Radwin 5000 – HSU 5550	158
Anexo N° 14: Satélite Intelsat XI	159
Anexo N° 15: Router	161
Anexo N° 16: Switch administrable	162

LISTADO DE TABLAS

Tabla N° 1: “Lista de Proyectos Revisados y Filtrados por el MEF: Región Ucayali”	7
Tabla N° 2: “Frecuencias satelitales asignables”	18
Tabla N° 3: “Operacionalización de variables”	48
Tabla N° 4: “Instituciones educativas de Purús – Parte 1”	50
Tabla N° 5: “Instituciones educativas de Purús – Parte 2”	50
Tabla N° 6: “Instituciones educativas de Purús – Parte 3”	51
Tabla N° 7: “Instituciones educativas de Purús – Parte 4”	51
Tabla N° 8: “Localidades seleccionadas para la tesis: Puerto Esperanza, San Bernardo, Cantagallo y San Marcos”	54
Tabla N° 9: “Equipamiento Satelital”	59
Tabla N° 10: “Ángulos de Apuntamiento para la estación remota”	60
Tabla N° 11: “Equipamiento microondas”	61
Tabla N° 12: “Ángulos de Apuntamiento para las estaciones microondas”	63
Tabla N° 13: “Frecuencia en banda L según los Lo del LNB y BUC recomendados”	65
Tabla N° 14: “Numero de laptops por Institución Educativa”	66
Tabla N° 15: “Ancho de banda máximo para 90 laptops usando internet”	68
Tabla N° 16: “Ancho de banda máximo para 15 laptops usando internet”	68
Tabla N° 17: “Ancho de banda máximo para 90 laptops usando intranet”	70
Tabla N° 18: “Ancho de banda máximo para 15 laptops usando intranet”	70
Tabla N° 19: “Parámetros usados para el enlace satelital”	72
Tabla N° 20: “Parámetros usados para el enlace microondas”	77
Tabla N° 21: “Redes WAN”	92
Tabla N° 22: “Redes: administración de microondas”	93
Tabla N° 23: “Redes LAN”	93
Tabla N° 24: “Nodo Puerto Esperanza – Equipos de telecomunicaciones”	99

Tabla N° 25: “Nodo Puerto Esperanza – Sistema de energía y protección eléctrica”	100
Tabla N° 26: “Nodo Puerto Esperanza – Transporte, obra civil e instalación”	100
Tabla N° 27: “Presupuesto total Nodo Puerto Esperanza”	101
Tabla N° 28: “Nodo San Bernardo – Equipos de telecomunicaciones”	101
Tabla N° 29: “Nodo San Bernardo – Sistema de energía y protección eléctrica”	102
Tabla N° 30: “Nodo San Bernardo – Transporte, obra civil e instalación”	102
Tabla N° 31: “Presupuesto total Nodo San Bernardo”	103
Tabla N° 32: “Nodo San Marcos – Equipos de telecomunicaciones”	103
Tabla N° 33: “Nodo San Marcos – Sistema de energía y protección eléctrica”	104
Tabla N° 34: “Nodo San Marcos – Transporte, obra civil e instalación”	104
Tabla N° 35: “Presupuesto total Nodo San Marcos”	105
Tabla N° 36: “Nodo Cantagallo – Equipos de telecomunicaciones”	105
Tabla N° 37: “Nodo Cantagallo – Sistema de energía y protección eléctrica”	106
Tabla N° 38: “Nodo Cantagallo – Transporte, obra civil e instalación”	106
Tabla N° 39: “Presupuesto total Nodo Cantagallo”	107
Tabla N° 40: “Gastos Operatividad”	107
Tabla N° 41: “Pago del personal”	108
Tabla N° 42: “Adquisición de laptops”	108
Tabla N° 43: “Presupuesto total”	108
Tabla N° 44: “Costos de Operación y Mantenimiento”	109
Tabla N° 45: “Costos de Renovación de Equipos”	110

Figura N° 27: “Parámetros del enlace de subida y bajada”	73
Figura N° 28: “Parámetros de la estación remota satelital en Purús”	74
Figura N° 29: “Especificaciones de la portadora”	75
Figura N° 30: “Resultado del enlace” Fuente: Lease Transmission Plan	76
Figura N° 31: “Resultado de la potencia requerida”	76
Figura N° 32: “Enlaces punto-punto”	78
Figura N° 33: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza”	79
Figura N° 34: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza – San Bernardo”	79
Figura N° 35: “Simulación enlace nodo San Bernardo - Puerto Esperanza”	80
Figura N° 36: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo Puerto Esperanza – San Bernardo”	80
Figura 37: “Simulación enlace nodo San Bernardo”	81
Figura N° 38: “Simulación enlace nodo San Bernardo - IE 64176 B”	82
Figura N° 39: “Simulación enlace IE 64176 B - nodo San Bernardo”	82
Figura N° 40: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo San Bernardo –IE 64176-B”	83
Figura N° 41: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza”	84
Figura N° 42: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza – San Marcos”	84
Figura N° 43: “Simulación enlace nodo San Marcos - Puerto Esperanza”	85
Figura N° 44: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo San Marcos - Puerto Esperanza”	85
Figura N° 45: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza”	86
Figura N° 46: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza – Cantagallo”	87
Figura N° 47: “Simulación enlace nodo Cantagallo - Puerto Esperanza”	87
Figura N° 48: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo Puerto Esperanza – Cantagallo”	88
Figura N° 49: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza”	89
Figura N° 50: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza – IE 64174”	89
Figura N° 51: “Simulación enlace nodo IE 64174 - Puerto Esperanza”	90
Figura N° 52: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo San Marcos	

- Puerto Esperanza”	90
Figura N° 53: “Diseño de la red de ratos WAN y LAN”	91

RESUMEN

En el Perú existe un gran déficit educacional y generalmente esto se refleja con mayor énfasis en los pueblos, localidades, caseríos y zonas alejadas donde el acceso es limitado, carecen de servicios básicos y falta de comunicación. La provincia de Purús, ubicada en la región de Ucayali, es un claro ejemplo de este déficit por el grado de aislamiento que presenta. El inicio de clases en las distintas instituciones educativas a lo largo de esta región se ve afectado por diferentes motivos como es el retraso con el abastecimiento de materiales educativos, lo que ocasiona una frecuente inasistencia del docente y alumno. En la presente tesis se plantea realizar el diseño de un enlace satelital-terrestre que permita, tanto al alumno como al docente de las instituciones educativas en Purús, acceder a materiales educativos actualizados y de calidad. Este servicio será ofrecido vía intranet, cuyo material será dado por el Ministerio de Educación, y vía internet para que el alumno pueda hacer uso de todos los beneficios que ofrece este.

Palabras claves: déficit educacional, acceso limitado, enlace satelital-terrestre, materiales educativos actualizados y de calidad, internet e intranet.

ABSTRACT

In Peru there is a great educational deficit and generally this is reflected more strongly in the villages, towns, villages and remote areas where access is limited, lack basic services and lack of communication. Purus province, located in Ucayali region, is a clear example of this deficit by the degree of isolation that presents. The beginning of classes in the various educational institutions throughout this region is affected by different reasons such as delay in the supply of educational materials, causing frequent absences of teachers and students. In this thesis it is proposed to make a design of a satellite-terrestrial link enabling both students and teachers of the educational institutions in Purus, access to updated educational materials and quality. This service will be offered via intranet, which material will be given by the Ministry of Education and via internet so that students can make use of all benefits that offers this.

Keywords: educational deficit, limited access, satellite-terrestrial link, updated educational materials and quality, internet and intranet.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objetivo poder brindar una alternativa de educación accesible y de calidad a los estudiantes en la provincia de Purús departamento de Ucayali, debido a que en actualidad la situación educacional en muchos poblados alejados de las ciudades principales se ve limitada por el difícil acceso a estos. Sin embargo, con los avances tecnológicos en los últimos años se ha encontrado que la metodología de la teleeducación es una herramienta de gran utilidad a emplearse en estas zonas, donde la presencia de los profesores no es frecuente.

Se plantea el diseño de un enlace satelital-terrestre, el cual brindará material educativo virtual para los alumnos y docentes, mediante el uso de herramientas virtuales, plataformas interactivas, videos, entre otras; y material de actualización para los docentes dadas por el Ministerio de Educación (MINEDU). Con esta propuesta se busca llegar a las instituciones educativas alejadas de la provincia de Purús para otorgarles un mejor nivel de enseñanza interactiva, lo cual permitirá que los alumnos puedan desarrollarse y familiarizarse con las nuevas tecnologías que hoy por hoy dan vuelta al mundo. Con este diseño se busca poder cubrir la necesidad de enseñanza en las zonas de mayor número de estudiantes.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Fundamentación y formulación del problema

1.1.1 Problema Principal

¿Qué tipo de diseño satelital-terrestre permitirá brindar teleeducación en la provincia de Purús?

1.1.2 Problemas Secundarios

- ¿Qué factores económicos influyen en el diseño de un enlace satelital-terrestre en la provincia Purús?
- ¿Qué relación existe entre un enlace satelital-terrestre y la teleeducación en la provincia Purús?
- ¿Qué beneficio brinda el mejorar la educación mediante el diseño de un enlace satelital-terrestre para la provincia Purús?

1.2 Objetivo principal y secundario

1.2.1 Objetivo Principal

Diseñar un enlace satelital-terrestre óptimo para brindar teleeducación en la provincia Purús.

1.2.2 Objetivos Secundarios

- Identificar los factores económicos que influyen en el diseño de un enlace satelital-terrestre en la provincia Purús.
- Identificar la relación que existe entre un diseño satelital-terrestre y la teleeducación en la provincia Purús.
- Establecer los beneficios que brindan mejorar la educación para la provincia Purús.

1.3 Justificación del estudio e importancia

El avance tecnológico está ganando terreno en casi todas las actividades de la humanidad, esto ha motivado al sector público y privado a desarrollar plataformas de telecomunicaciones que brinden servicios básicos como voz, datos, telemedicina y teleeducación en las áreas rurales, por lo tanto en esta tesis se describirá todo lo concerniente al desarrollo y diseño de un enlace satelital-terrestre para brindar educación asistida lo cual involucra todo y cuanto sea necesario e imprescindible para su funcionamiento y poder obtener los alcances esperados por esta.

Este diseño pretende en un futuro, masificar y ampliar la cobertura del servicio de las telecomunicaciones en las áreas rurales y enfocadas al área educacional. Brindar herramientas educativas llevándolas a un entorno tecnológico donde el conocimiento y difusión de la información es el objetivo más importante.

1.4 Fundamentación y formulación de las hipótesis

1.4.1 Hipótesis Principal

Los tipos de diseños satelital-terrestre son una solución en los poblados de difícil acceso que permite brindar servicios de teleeducación.

1.4.2 Hipótesis Secundarias

- Los factores económicos en el diseño de un enlace satelital-terrestre influyen en la provincia Purús.
- A través del diseño satelital-terrestre se da la posibilidad de brindar teleeducación en la provincia Purús.
- El crecimiento socio-cultural en la provincia Purús.

1.5 Identificación y clasificación de las variables

1.5.1 Variable Principal

- Teleeducación → Independiente
- Diseño satelital-terrestre → Dependiente

1.5.2 Variable Secundaria

1.5.2.1 Variable Secundaria de Hipótesis Secundaria 1

- Factores económicos → Dependiente
- Enlace satelital-terrestre → Independiente

1.5.2.2 Variable Secundaria de Hipótesis Secundaria 2

- Teleducación → Independiente
- Diseño satelital-terrestre → Independiente

1.5.2.3 Variable Secundaria de Hipótesis Secundaria 3

- Crecimiento socio-cultural → Independiente

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación.

2.1.1 Información general de la provincia de Purús

Purús es una provincia ubicada en el departamento de Ucayali, creada el 1° de junio de 1982 por ley N° 23416. Geográficamente limita al norte y al este con Brasil, mientras que al sur limita con la provincia de Tahuamanu y al oeste con la provincia de Atalaya. El 68.66% de la población es rural, mientras que la población urbana está concentrada mayormente en Puerto Esperanza (capital de la provincia).

Purús no cuenta con carreteras que la comuniquen con el resto del país, además está rodeada de áreas protegidas lo cual hacen que su aislamiento sea más difícil de superar.

Para llegar de Pucallpa (capital de Ucayali) a Puerto Esperanza toma 1 hora y 10 minutos por vía aérea (vuelos no regulares). (MINCETUR)

La educación en edad escolar es deficiente, puesto que no se adecúa a su realidad local, lo que ocasiona que los jóvenes de comunidades nativas que concluyen la etapa escolar no estén preparados para incorporarse a la dinámica social y económica que existe fuera de su comunidad. Purús cuenta con 79 instituciones educativas (IE), que brindan los servicios de educación inicial, primaria, secundaria, superior y ocupacional.

2.1.2 Propuestas de proyectos en Purús y en la región Ucayali en general

1. Como se puede ver en la Tabla N° 1, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) en conjunto con ProInversión posee una lista de Proyectos Revisados y Filtrados para la Región Ucayali.

Tabla N° 1: “Lista de Proyectos Revisados y Filtrados por el MEF: Región Ucayali”

Fuente: ProInversion

SECTOR	GR / GL	DESCRIPCION	MONTO S/.	SNIP
EDUCACIÓN	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAMPOVERDE - PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - REGIÓN UCAYALI	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. N 65175 CASERIO 03 DE DICIEMBRE, DISTRITO DE CAMPOVERDE - CORONEL PORTILLO - UCAYALI	224,953.76	2281499
EDUCACIÓN	?MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAMPOVERDE - PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - REGIÓN UCAYALI	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION INICIAL EN EL PRONOEI, CASERIO SANTA ELVITA, DISTRITO DE CAMPOVERDE - CORONEL PORTILLO - UCAYALI	133,585.65	308476
EDUCACIÓN	?MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAMPOVERDE - PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - REGIÓN UCAYALI?	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. INTEGRADA N 65172 EN EL CASERIO TIERRA BUENA, DISTRITO DE CAMPOVERDE - CORONEL PORTILLO - UCAYALI ?	286,400.32	308030
EDUCACIÓN	?MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAMPOVERDE - PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - REGIÓN UCAYALI?	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. I N° 514, EN EL CASERIO SARITA COLONIA, DISTRITO DE CAMPOVERDE - CORONEL PORTILLO - UCAYALI ?	208,359.76	308019
TRANSPORTE	GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI	MEJORAMIENTO DE LA AV. JHON F. KENNEDY ENTRE AUGUSTO B. LEGUIA Y AV. CENTENARIO , PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO - UCAYALI	8,919,343	134623
TRANSPORTE	?GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI	MEJORAMIENTO DEL JR. SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO (ENTRE AV. JHON F. KENNEDY Y JR. MARIANO GANOSA TREVITASO) - PUCALLPA	16,497,167.77	72809

2. En el 2011 se planteó la adquisición de internet satelital para la gerencia sub-regional de Purús sin mayor éxito. (Purús, 2011)

3. En enero del 2014 en el consejo Regional de Ucayali mediante acuerdo regional se planteó la mejora del servicio de telefonía satelital e internet en la Provincia de Purús. (ACUERDO N°016-2014, 2014)
4. En los puestos de vigilancia de la reserva territorial Mashco Piro, ubicado en el río Curanja- Purús se han implementado internet y teléfono satelital sin embargo entrará en operación para Noviembre del 2015. (Instalan teléfono satelital en la reserva Mashco Piro)

2.1.3 Proyectos en provincias aledañas a Purús

1. En junio del 2013 donan un sistema de internet satelital, DirecTV y computadoras a la "I.E. Santa Rosa" en la provincia de Atalaya, provincia aledaña a Purús. (Ucayalina, 2013)
2. En febrero del 2014 el Ministerio de Educación confirmó la instalación de internet satelital en 16 instituciones educativas de la provincia de Atalaya, provincia aledaña a Purús. (Atalaya, 21)
3. En diciembre del 2012 instaló un moderno sistema de internet satelital en la Red de Salud n° 03. (Ucayalina, 2014)

2.1.4 Posibles mejoras de telecomunicaciones en Ucayali

1. Para diciembre del 2012 Telefónica del Perú presentó en conferencia de prensa la llegada del Internet de alta velocidad y el servicio móvil con mejor calidad a Pucallpa, en el marco del proyecto Fibra Óptica de los Andes. (FITEL, 2012)

2.1.5 Plataforma virtual educativa del MINEDU

El Ministerio de Educación posee una plataforma virtual educativa tanto para docentes como para los alumnos. En esta plataforma podemos encontrar diversos ítems donde los alumnos pueden navegar e interactuar como por ejemplo: ejercicios matemáticos, de comprensión lectora entre otros. Además cuenta con una variedad de libros, videos y distintas aplicaciones para que los alumnos puedan hacer uso de las mismas. Por el lado de los docentes, existen formatos de actualización de enseñanza para los tres niveles: inicial, primaria y secundaria.

La presente plataforma educativa está presente en la web del Ministerio de Educación mediante el siguiente enlace: <http://www.perueduca.pe>, en esta web tanto el alumno como el docente pueden registrarse y así hace uso de todos los beneficios que se brinda.

Para fines de la presente tesis se plantea que a través de internet se pueda obtener el material educativo de la página en mención para poder brindarles los servicios a las instituciones educativas mediante intranet. Habrá actualizaciones periódicas y se realizarán en horario nocturno para evitar congestión de la red durante el día. El material educativo será almacenado en un servidor desde donde las instituciones educativas podrán acceder. Este servidor puede ser web, para que el alumno y docente interactúe con todo el material disponible en tiempo real, y/o ftp donde se podrá descargar material como ejercicios, lecturas, entre otras.

2.2 Bases teóricas vinculadas al problema

2.2.1 Reseña Histórica de los sistemas satelitales

Hoy en día, el avance tecnológico ha alcanzado magnitudes impresionante para muchos; entre estos avances se encuentran los medios que facilitan la comunicación y el desarrollo de muchas tareas, mejorando la gestión de negocios y la vida cotidiana de las personas que los usan, entre estos medios se encuentran los satélites, que han dado un giro importante a la industria mundial. El primer satélite fue colocado en órbita el 4 de octubre 1957, cuando se lanzó el Sputnik 1 por la Unión Soviética, como se puede observar en la Figura N° 1, este almacenaba un radiofaro que emitía una señal de 20 a 40 MHz, esta señal podía ser captada por simples receptores, dando paso a la primera comunicación de prueba desde el espacio (Historia de los Sistemas Satelitales)

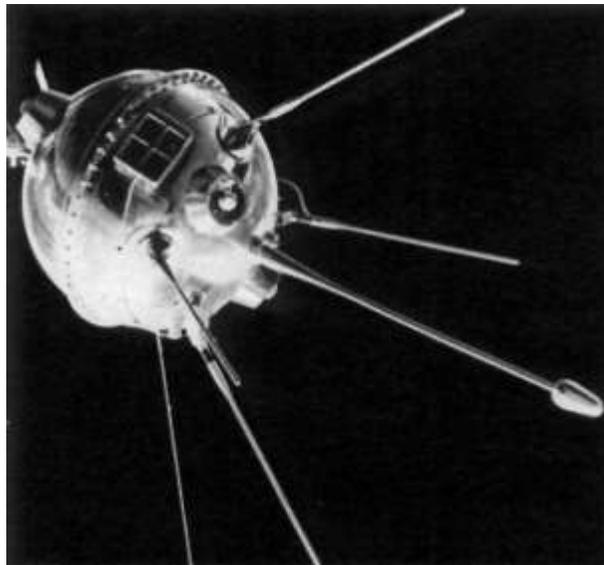


Figura N° 1: "Satélite Sputnik"

Fuente: <http://www.slate.com>

Otro satélite famoso que fue lanzado después del Sputnik 1, fue el Explorer 1, lanzado por la NASA en Estados Unidos el 31 de enero de 1958. Dos años más tardes se puso en órbita el Courier, lanzado el 4 de octubre de 1960, este de tipo militar permitía guardar y retransmitir hasta 68.000 palabras por minuto, para realizar esta función trabajaba empleando células solares.

En 1963, los estadounidenses lanzaron la primera versión geosíncrona equipada con repetidores activos.

Después de las pruebas realizadas con los satélites lanzados en años anteriores, en 1969 se logra la cobertura total de la tierra por tres satélites dando lugar al primer sistema de comunicaciones satelital. (Historia de los Sistemas Satelitales)

2.2.1.1 Definición de los Sistemas Satelitales

Un satélite de comunicaciones es un satélite artificial que gira en el espacio con el propósito de servir como repetidor de servicios de telecomunicaciones usando frecuencias de radio en el orden de los GHz.

2.2.1.2 Tipos de Orbitas

Esencialmente un satélite de comunicaciones es un repetidor de radio suspendido en el cielo cuya función es recibir señales desde la tierra procesarlas, amplificarlas y reenviarlas hacia la tierra. Los satélites se pueden dividir por el tipo de orbita entre los cuales tenemos:

2.2.1.2.1. Órbita Terrestre Geosíncrona o Geoestacionaria (GEO)

La órbita GEO está situada a 35848 Km. De altura, con una latitud de 0 grados, es decir, situada sobre el Ecuador. El período de esta órbita es de exactamente 24 horas y por lo tanto estará siempre sobre la misma posición relativa respecto a la Tierra. La mayoría de los satélites actuales son GEO.

2.2.1.2.2 Órbita Mediana (MEO)

Órbita Terrestre Media. Se encuentran a una altura de entre 10075 y 20150 Km. A diferencia de los GEO su posición relativa respecto a la Tierra no es fija. Debido a su menor altitud se necesitarán más satélites para cubrir la superficie terrestre, pero se reduce la latencia del sistema de forma significativa. En la actualidad no existen muchos MEO, y se utilizan principalmente para posicionamiento.

2.2.1.2.3 Órbitas de Baja Altura (LEO)

Estas órbitas se encuentran en el rango de 640 Km. a 1,600 Km. entre las llamadas región de densidad atmosférica constante y la región de los cinturones de Van Allen. Son órbitas típicamente circulares y su período varía entre 90 minutos y dos horas. Los ángulos de inclinación de las órbitas varían entre 45 y 90°. Los satélites de órbita baja circular son muy usados en sistemas de comunicaciones móviles y puede haber entre 50 y 100 satélites orbitando. Sus principales ventajas es que tienen un menor consumo, potencias de transmisión bajas y retardos pequeños (10 ms), además de tener estaciones terrestres de menor coste. En cambio la desventaja es que a diferencia de las órbitas geoestacionarias requieren estaciones terrestres que sigan el movimiento de los satélites.

En la Figura N° 2 se describe las tres orbitas anteriormente mencionadas:

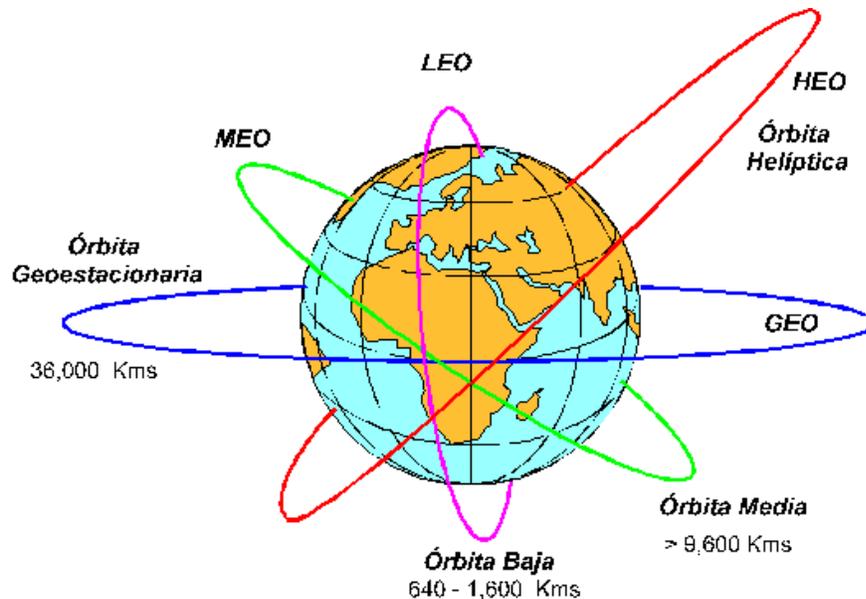


Figura N° 2: "Orbitas satelitales"

Fuente: <http://aulasat.wikispaces.com>

2.2.1.3 Tipos de Satélites

2.2.1.3.1 Satélites Geoestacionarios (GEO, Geostacionary Earth Orbit)

Un satélite en órbita ecuatorial geosíncrona (GEO) está localizado directamente encima del ecuador, exactamente a casi 36000 km (exactamente 35.786 km) sobre el espacio. A esa distancia el satélite tarda un total de 24 horas en dar una vuelta completa a la Tierra. Dado que a la Tierra le lleva el mismo período completar un giro sobre sí misma alrededor de su eje, el satélite y la Tierra se mueven juntos (de forma síncrona). Así, un satélite GEO permanece siempre sobre el mismo punto de la Tierra. Una órbita geosíncrona es llamada también órbita geoestacionaria. La aplicación más importante de estos satélites es la de comunicaciones y retransmisiones de TV. (Satelites)

2.2.1.3.2 Satélites de Orbitas Medianas (MEO, Medium Earth Orbit)

Satélites de Órbita Media (MEO), se encuentran a una altitud de 9.000 a 14.500 Km. es necesario de 10 a 15 satélites para abarcar toda la Tierra.

2.2.1.3.3 Satélites de Orbitas Bajas (LEO, Low Earth Orbit)

Cuando un satélite orbita cerca de la Tierra decimos que está en una órbita Terrestre Baja. Este tipo de satélites se encuentran entre los 320 y 800 km de altura. Al orbitar muy cerca de la Tierra estos deben viajar muy rápido debido a que la gravedad terrestre les tira y los acerca a la atmósfera. Los satélites en órbita LEO se mueven a una velocidad de 27359 km/h. Pueden dar una vuelta completa al planeta en alrededor de 90 minutos. Los satélites que observan nuestro planeta, tales como los de detección remota y los climáticos, a menudo viajan en órbitas LEO porque desde su altitud pueden capturar imágenes muy detalladas de la superficie terrestre (Satelites)

En la Figura N° 3 se describe las tres tipos de satélites anteriormente mencionados:



Figura N° 3: “Tipos de satélites”

Fuente: <http://profundouniverso.hol.es/>

2.2.1.4 Clasificación de los satélites

2.2.1.4.1 Para objetivos científicos (Clases de satélites, 2013)

- Astronómicos: También conocidos como telescopios u observatorios espaciales, estos satélites tienen el objetivo de registrar y observar la actividad en otros cuerpos celestes para su estudio, tal como lo haría un telescopio terrestre, aunque sin las limitaciones de este último.
- Biosatélites: Estos satélites están capacitados para trasladar organismos vivos, como animales y plantas, para el estudio de su comportamiento en el espacio exterior. Hoy en día no son muy populares debido a la restricción de la experimentación sobre estos seres vivos.
- Meteorológicos: Destinados a reportar la actividad meteorológica de la Tierra, como el tiempo atmosférico y el clima de la Tierra, son muy útiles a la hora de prevenir o anticipar catástrofes naturales, o comportamientos anormales de los fenómenos climatológicos.
- De observación terrestre: Se dividen según la órbita desde la que trabajen, y son comúnmente utilizados para el registro terrestre de datos cartográficos o de territorio, y de las características o variaciones de la superficie del medio ambiente. No tienen fines militares.

2.2.1.4.2 Para fines informativos o de intercambio de información (Clases de satélites, 2013)

- De navegación: Este tipo de satélites registran señales para conocer las posiciones y ubicaciones o coordenadas de medios de transporte. Su uso se

extiende por agua, tierra o aire. El GPS es el ejemplo perfecto de un cotidiano satélite que trasmite información sobre donde se encuentra el objetivo al que uno quisiera llegar, y cómo hacerlo.

- Comunicación: Son los encargados de recibir y transmitir señales de radio conectadas con la tierra para usos comunicacionales, como pueden ser las señales telefónicas celulares, las señales de cable y de audio. Su uso es fundamental en zonas poco desarrolladas o demasiado amplias, ya que funcionan como enormes antenas en el espacio exterior.

2.2.1.4.3 Para fines de mantención (Clases de satélites, 2013)

- De energía solar: Tienen la función de recoger datos sobre energía solar y transportarla hacia antenas terrestres para su alimentación energética, así como para el estudio de las diversas ondas que intervienen en su funcionamiento.
- Antisatélites: Existen satélites destinados a destruir objetos espaciales que obstaculicen la circulación de los otros satélites, llamados anti satélites. Estos también son utilizados con fines militares (para destruir satélites enemigos) por las potencias mundiales que pueden enviarlas al espacio, como EEUU y Japón.
- Estacionarios: También reconocidos como estaciones espaciales, están especialmente diseñados para el transporte y alojamiento de seres humanos, en el espacio, con diversos objetivos que pueden variar desde la experimentación científica del cuerpo humano en contexto espacial, o como ayuda hacia otros satélites que ya estén en órbita.

2.2.1.4.4 Para fines militares (Clases de satélites, 2013)

- Militares: Son satélites utilizados con el fin de monitorear actividad enemiga (como el encuentro o movimiento de posibles objetivos) o las actividades nucleares de unos países hacia otros.
- Espías o de reconocimiento: De parecido funcionamiento a los de observación terrestre, éstos son satélites destinados a la observación de las personas o posibles objetivos en la Tierra, pero con estricto fin militar.

2.2.1.5 Frecuencias asignables a los satélites

En la Tabla N° 2 se detallan las diferentes frecuencias referentes a cada una de las bandas satelitales tales como banda C, Ku, Ka y X, cada banda posee frecuencia dual, la primera frecuencia es para el enlace ascendente y la segunda frecuencia es para el enlace descendente.

El rehúso de las frecuencias en las bandas C y Ku se hace práctico mediante un cuidadoso diseño del sistema de antena reflector y mediante la utilización dual de las antenas descendentes.

Tabla N° 2: “Frecuencias satelitales asignables”

Fuente: Creación propia

Banda	Frecuencias (GHz)	Enlace descendente (GHz)	Enlace ascendente (GHz)	Problemas	Aplicaciones
C	6/4	3.625 - 4.200	5.850 - 6.425	Interferencia por satelites de la misma banda	Servicios de telefonía fijas y ciertas aplicaciones de difusión de radio/TV, redes de negocios
Ku	14/11	10.950 - 12.750	14.000 - 14.500	Lluvia, la mayoría de las ubicaciones estas adjudicadas	Transmision de señales de elevado caudal de datos: television, videoconferencias, transferencias de redes de negocios
Ka	20/30	17.700 - 21.700	27.500 - 30.500	Metereologico	Transmision de señales de elevado caudal de datos: television, videoconferencias, transferencias de redes de negocios
X	8/7	7.250 - 7.750	7.900 - 8.400		Comunicaciones gubernamentales o militares, cifradas por razones de seguridad

2.2.1.6 Haz Satelital

2.2.1.6.1 Global

Como se muestra en la Figura N°4, para tener una cobertura global se utiliza un ancho de haz relativamente grande que implica una ganancia menor.



Figura N° 4: “Haz Global”

Fuente: <http://www.ptolomeo.unam.mx/>

2.2.1.6.2 Pincel

Este haz requiere de alta ganancia en la antena, es decir alta directividad (área grande del reflector) y como consecuencia un ancho de haz pequeño, como se muestran en la Figura N° 5.

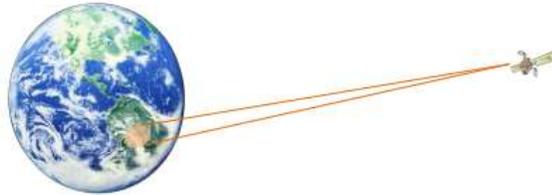


Figura N° 5: "Haz Pincel"

Fuente: <http://www.ptolomeo.unam.mx/>

2.2.1.6.3 Moldeado

Dado que los límites geográficos, entre mar y tierra por ejemplo, son formas irregulares, es decir, no se acoplan con un haz circular o elíptico. Un haz que se ajusta a los límites geográficos de una región se debe a que el patrón de radiación es moldeado para ajustar los niveles de potencia al lugar de cobertura, como se muestra en la Figura N° 6.



Figura N° 6: "Haz Moldeado"

Fuente: <http://www.ptolomeo.unam.mx/>

2.2.1.6.4. Múltiples Haces

Un satélite puede tener varios haces pincel, usando varios alimentadores, para cubrir áreas separadas o la misma área con varios haces. Hay dos configuraciones posibles para usar múltiples haces, la primera es que cada haz, transmisión-recepción, sea un enlace independiente o la segunda es que haya interconexión entre satélites, esto se puede observar en la Figura N° 7.

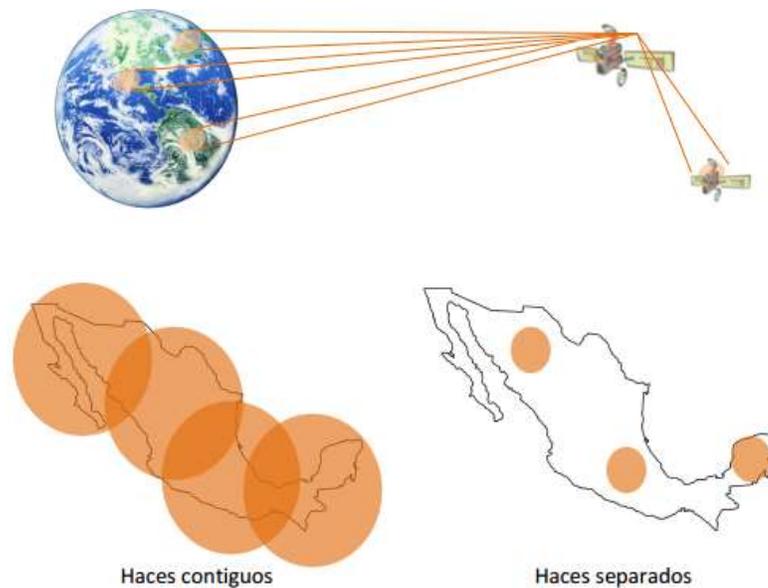


Figura N° 7: “Múltiples Haces”
Fuente: <http://www.ptolomeo.unam.mx/>

2.2.1.7 Tipos de antenas satelitales

Los enlaces satelitales se caracterizan por emplear antenas parabólicas las cuales proporcionan una ganancia y trabajan a frecuencias extremadamente altas.

2.2.1.7.1 Antena de Foco Primario o Centrado

La superficie de la antena es un paraboloide de revolución. Todas las ondas inciden paralelamente al eje principal, se reflejan y van a parar al foco como se observa en la Figura N° 9. El foco está centrado en el paraboloide. Tiene un rendimiento máximo del 60% aproximadamente, es decir, de toda la energía que llega a la superficie de la antena, el 60% llega al foco y se aprovecha, mientras que el resto no llega al foco y se pierde (ZatInforme, 2007). En la Figura N° 8 se puede observar un modelo de este tipo de antena.



Figura N° 8: “Antena Foco Primario”

Fuente: <http://distrito-federal.nexolocal.com.ve/>

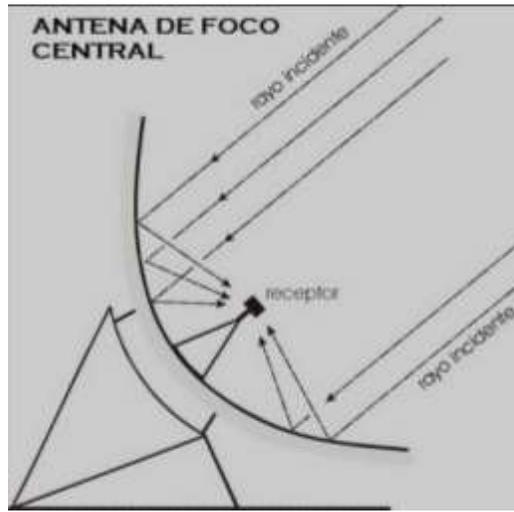


Figura N° 9: "Vista de haces en Antena Foco Primario"

Fuente: <http://www.tocomsat.info/>

2.2.1.7.2 Antena Off-set (Fuera de foco)

Este tipo de antena asimétrica se obtiene recortando de grandes antenas parabólicas de forma esférica. Tienen el foco desplazado hacia abajo, de tal forma que queda fuera de la superficie de la antena como se observa en la Figura N° 10. El rendimiento es mayor que en la de foco primario, y llega a ser de un 70% a más. Como podemos observar en la Figura N° 11, la incidencia de los haces es mayor. El diagrama de directividad tiene forma de lóbulo. (ZatInforme, 2007)



Figura N° 10: "Antena Off-set real"
Fuente: <http://maam891.wordpress.com>

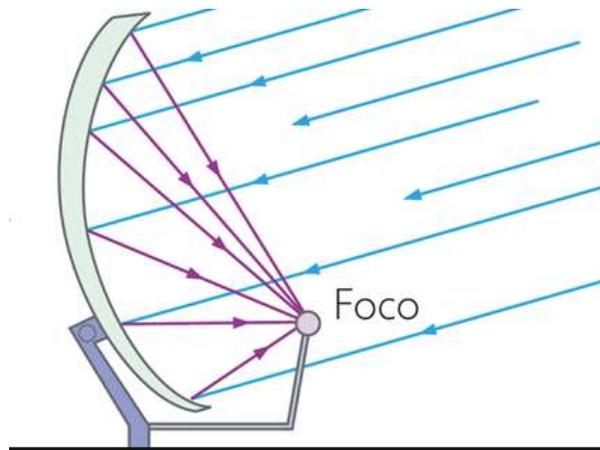


Figura N° 11: "Vista de haces en Antena Off-set"
Fuente: <http://maam891.wordpress.com>

2.2.1.7.3 Antena Cassegrain

Es similar a la de foco primario, sólo que tiene dos reflectores como se observa en la Figura N° 12. El mayor apunta al lugar de recepción, y los haces al chocar, se reflejan y van al foco donde está el reflector menor; al chocar los haces, van al foco último, donde estará colocado el detector como se observa en la Figura N° 13. Se suelen emplear en antenas muy grandes, donde es difícil llegar al foco para el mantenimiento de la antena. (TIPOS DE ANTENAS, 2009)



Figura N° 12: “Antena Cassegrain real”

Fuente: <http://www2.nict.go.jp/>

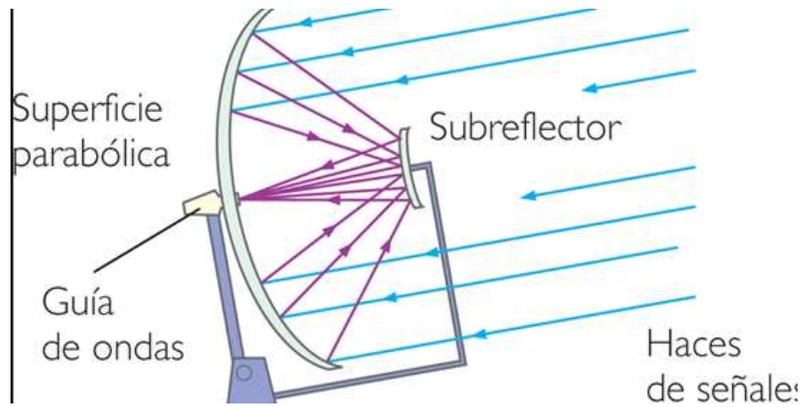


Figura N° 13: “Vista de haces en Antena Cassegrain”

Fuente: <http://apliparaboloide.blogspot.com/>

2.2.1.7.4 Antena Gregoriana

Muy parecidas en diseño a las Cassegrain a diferencia que pueden ser fabricadas con menos dificultad porque el reflector secundario, que es cóncavo como se observa en la Figura N° 14, puede ser probado para ver la forma de este, contrario al reflector convexo de la Cassegrain. Mas orientadas para radioastronomía (ZatlInforme, 2007). En la Figura N° 15 se puede observar cómo se irradian los haces en este tipo de antena.



Figura N° 14: “Antena Gregoriana real”
Fuente: <http://www.abcradiotel.com/>

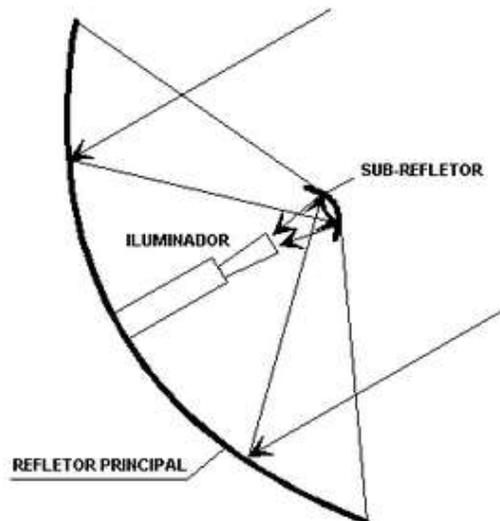


Figura N° 15: “Vista de haces en Antena Gregoriana”
Fuente: <http://apocalipsye.blogspot.com/>

2.2.1.8 Tipos de HPA (High Power Amplifier)

Los amplificadores de potencia tienen la función principal de aumentar la potencia de la señal para que esta pueda propagarse a través del espacio. Existen tres tipos principales de amplificadores de potencia.

2.2.1.8.1 SSPA (Solid State Power Amplifiers)

Los Amplificadores de Potencia de Estado Sólido son utilizados para estaciones terrenas de pocas portadoras y de baja capacidad relativa. Debido a los adelantos en los transistores de efecto de campo usando Galio Arsénico (GaAs) y los avances en la tecnología de circuitos, los amplificadores de estado sólido ya han alcanzado los 200W en la banda C y los 100W en la banda Ku. (Sistemas Satelitales, 2013)

2.2.1.8.2 TWT (Travelling Wave Tube)

El TWT es un amplificador de banda ancha, prácticamente cubre toda la banda satelital. Por ello, se ha impuesto como el amplificador ideal para las estaciones terrenas, esto a partir que los amplificadores permitieron múltiples portadoras independientes al número de repetidores y frecuencias de las mismas. (Sistemas Satelitales, 2013)

La banda ancha que posee el TWT permite flexibilidad en los siguientes aspectos:

- Cualquier cambio en la frecuencia de portadora es posible sin ningún mecanismo de ajuste o modificación del sistema, gracias al amplio ancho de banda que maneja el amplificador.

- Muchas portadores con diferentes frecuencias pueden ser transmitidas simultáneamente con el mismo HPA.

2.2.1.9 BUC (Block Up Converter)

Es un dispositivo utilizado en la transmisión de señales de comunicación vía satélite, como se observa en la Figura N° 16. Actúa de interfaz convirtiendo a la banda de frecuencias de la antena parabólica (en Perú solo se usa la banda C y Ku) las señales de banda base de los equipos locales conectados al módem satelital.



Figura N° 16: “BUC con conector tipo N”

Fuente: <http://viasatelital.com/>

2.2.1.10 TRANSCEIVER

En redes de computadoras y telecomunicación, es un dispositivo que se encarga de realizar funciones de recepción de una comunicación, contando con un circuito eléctrico que permite un procesamiento para también realizar la transmisión de esta información, sin importar su diseño o formato. Cuando el transmisor y el receptor no tienen partes en común del circuito electrónico, se conoce como: transmisor-receptor.

Dado que determinados elementos se utilizan tanto para la transmisión como para la recepción, la comunicación que provee un transceptor solo puede ser semidúplex, lo que significa que pueden enviarse señales entre dos terminales en ambos sentidos, pero no simultáneamente.

En una Ethernet, los transceivers se desconectan cuando el equipo al que están conectados no está funcionando, sin afectar el comportamiento de la red. (Transcripción de LOS TRANSCEIVER, 2013)

2.2.1.11 LNA (Low Noise Amplifier)

Son amplificadores usados en sistemas de comunicación para incrementar la potencia en señales de entrada muy débiles provenientes de las antenas. Debido a que a frecuencias de microondas las atenuaciones a través de los medios guiados son importantes, el LNA es generalmente colocado muy cerca de la antena receptora. Es necesario, que el LNA eleve el nivel de la señal deseada, mientras agregue la mínima cantidad ruido y distorsión posibles; esto para que dicha señal pueda ser regenerada en las etapas posteriores. (Alcaíno Pizani, 2008)

2.2.1.12 LNC (Low Noise Converter)

Es un dispositivo que recibe señales a frecuencias por el orden de los GHz desde el LNA y las lleva a frecuencias intermedias (70 – 140 Mhz) o a banda L (entre 1,5 y 2,4 Ghz). (Alcaíno Pizani, 2008)

2.2.1.13 LNB (Low Noise Block)

Este dispositivo tiene como función, recibir señales de microondas de muy baja intensidad de potencia provenientes del satélite, amplificarlas, llevarlas a una banda de frecuencia menor (IF) y enviarlas hacia el resto del sistema receptor. En estas frecuencias más bajas, las señales viajan a través de los cables con menor atenuación. Además es más sencillo y económico, diseñar circuitos electrónicos que operen a estas bajas frecuencias, en comparación a las altas frecuencias que se manejan en la transmisión satelital. (Alcaíno Pizani, 2008). Ver Figura N° 17.



Figura N° 17: “LNB con conector tipo N”

Fuente: <http://www.satgear.co.uk/>

2.2.1.14 Feeder

Es el componente encargado de recoger y enviar hacia la guía de ondas las señales de radiofrecuencia reflejadas en la antena parabólica. Va colocado en el foco de la parabólica.

Para poder discriminar entre polarización horizontal y vertical existe un elemento denominado polarizador, y discrimina la polarización según el tipo y la forma de colocarlo. Para pasar de polarización vertical a horizontal y viceversa, basta girar 90° el conjunto alimentador-polarización-conversor. En algunas instalaciones se puede disponer de un servomecanismo llamado Pola-Rotor o discriminador, que realiza el giro de 90° a distancia (desde la unidad de sintonía) (Elementos básicos para la recepción de señal por satélite, 2013)

2.2.1.15 Modem satelital

Funciones:

- Modulación y demodulación
- Tipos populares de la modulación que se utiliza para las comunicaciones por satélite:
 - ✓ BPSK
 - ✓ QPSK
 - ✓ QAM, especialmente 16QAM

2.2.1.16 BANDA L

Las altas frecuencias utilizadas por la banda C, banda Ku y la banda Ka que sufren de pérdida de la señal de alto cuando se transporta más de un cable coaxial de cobre, como un mecanismo intra-Link.

Un LNB se utiliza para convertir estas bandas de frecuencia superior a la banda L. Algunos satélites transmiten en la banda L, como los satélites GPS.

2.2.1.16.1 Ventajas y desventajas

- Ventajas: grandes longitudes de onda pueden penetrar a través de las estructuras terrestres; precisan transmisores de menor potencia.
- Inconvenientes: poca capacidad de transmisión de datos.

2.2.1.17 Tipos Polarización

2.2.1.17.1 Polarización vertical

Se define de modo que, el vector de polarización sea perpendicular al eje del haz de la antena del satélite y se halle en el plano definido por el eje del haz de la antena del satélite y la vertical local. La polarización horizontal se define de modo que el vector de polarización sea perpendicular al eje del haz de la antena del satélite y esté contenido en el plano horizontal local. Estos vectores se hallarán lo más cerca posible de la horizontal local o de la vertical local en la referencia de puntería de la antena del satélite. (Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT, 1992)

2.2.1.17.2 Polarización horizontal

Se define de modo que el vector de polarización sea perpendicular al eje del haz de la antena del satélite y se halle en el plano definido por el eje del haz de la antena del satélite y una línea paralela al eje polar de la Tierra. La polarización ecuatorial se define de modo que el vector de polarización sea perpendicular al eje del haz de la antena del satélite y paralelo al plano ecuatorial. (Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT, 1992)

2.2.1.17.3 Polarización circular

Es en forma de espiral o remolino hacia las manecillas del reloj a mano derecha y lo mismo pero en contra de las manecillas del reloj a mano izquierda. (Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT, 1992)

2.2.1.18 Angulo de azimut

El valor del Azimut indicará el punto exacto en el que debemos fijar la antena en el plano horizontal. Este ángulo se mide desde el norte geográfico en sentido de las agujas del reloj.

Hay que tener en cuenta que el polo norte geográfico, utilizado como referencia en todos los mapas, es consecuencia de la división imaginaria del globo terráqueo en diferentes gajos (husos) a través de los meridianos. El punto de intersección de todos ellos da lugar a los polos Norte y Sur, por los que pasa el eje de giro de la Tierra.

El polo norte magnético es el punto de la superficie terrestre que atrae el extremo rojo de la aguja de la brújula. Este punto no tiene una ubicación física fija. En el caso de España, este ángulo es de unos 5 a 6° hacia la derecha en la Península, en Baleares y Canarias es de 1,5° aproximadamente. Ver Figura N° 18.

2.2.1.19 Angulo de elevación

El ángulo de elevación nos indicará la inclinación que le debemos dar a la antena con respecto al plano vertical para orientarla hacia el satélite. Ver Figura N° 18.

2.2.1.20 Ajuste del plano de polarización

El ángulo del plano de polarización se ajusta girando el conversor (LNB), respecto a la vertical en el sentido de las agujas del reloj. Este ángulo, igualmente, vendrá determinado por la ubicación geográfica de la antena. Ver Figura N° 18.

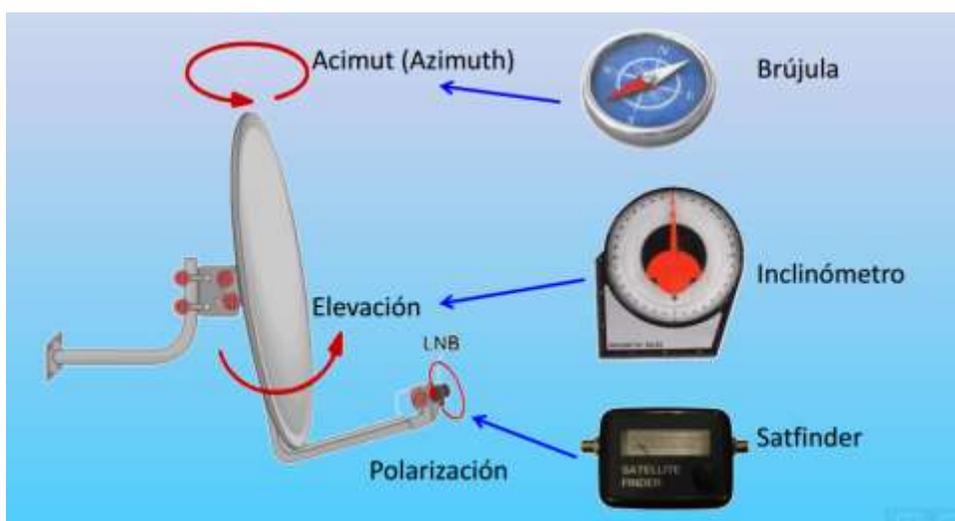


Figura N° 18: “Orientación, Azimut, Elevación, Polarización”

Fuente: <http://www.spw.cl/inalambrico/dth3.pd>

2.2.1.21 Tipos de modulación

2.2.1.21.1 BPSK

Con la modulación BPSK (Binary Phase Shift Keying) que en castellano significa modulación por desplazamiento de fase binaria, son posibles dos fases de salida para una sola frecuencia de portadora. Una fase de salida representa un 1 lógico y la otra un 0 lógico. Conforme la señal digital de entrada cambia de estado, la fase de la portadora de salida se desplaza entre dos ángulos que están 180° fuera de fase, ver Figura N° 19. El BPSK es una forma de modulación de onda cuadrada de portadora suprimida de una señal de onda continua.

La frecuencia de la portadora no es alterada, la información digital es transmitida en la fase de esta portadora.

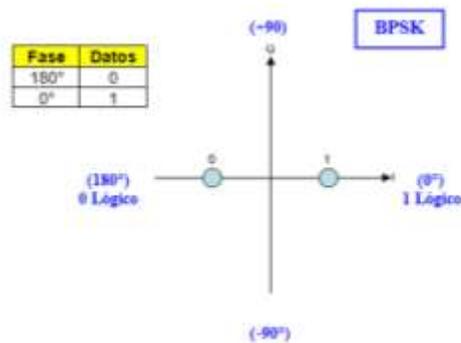


Figura N° 19: “Constelación BPSK”

Fuente: Elaboración Propia

2.2.1.21.2 QPSK

La modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) o transmisión por desplazamiento de fase cuaternaria, es otra forma de modulación digital de modulación angular de amplitud constante. La QPSK es una técnica de codificación M-ario, en donde $M=4$ (de ahí el nombre de “cuaternaria”, que significa “4”). Ver figura N° 20

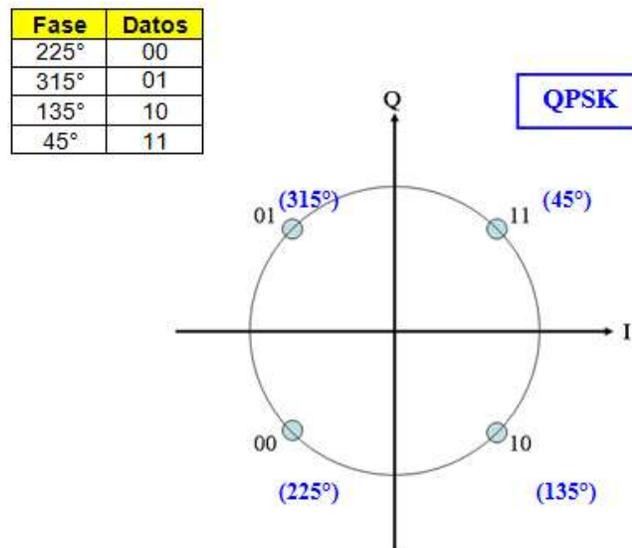


Figura N° 20: “Constelación QPSK”

Fuente: Elaboración Propia

Con QPSK son posibles cuatro fases de salida, para una sola frecuencia de la portadora. Debido a que hay cuatro fases de salida diferentes, tiene que haber cuatro condiciones de entrada diferentes. Ya que la entrada digital a un modulador de QPSK es una señal binaria (base 2), para producir cuatro condiciones diferentes de entrada, se necesita más de un solo bit de entrada. Con 2 bits, hay cuatro posibles condiciones: 00, 01, 10 y 11. En consecuencia, con QPSK, los

datos de entrada binarios se combinan en grupos de 2 bits llamados dibits. Cada código dibit genera una de las cuatro fases de entrada posibles que son 45, 135, 225, y 315 grados. Por tanto, para cada dibit de 2 bits introducidos al modulador, ocurre un sola cambio de salida. Así que, la razón de cambio en la salida es la mitad de la razón de bit de entrada.

2.2.1.21.3 8-PSK

La Modulación 8-PSK o PSK de 8 fases, es una técnica para codificar M-ario en donde $M= 8$. Con un modulador de 8-PSK, hay ocho posibles fases de salida. Para codificar ocho fases diferentes, los bits que están entrando se consideran en grupos de 3 bits, llamados tribits ($2^3 = 8$). Ver Figura N° 21

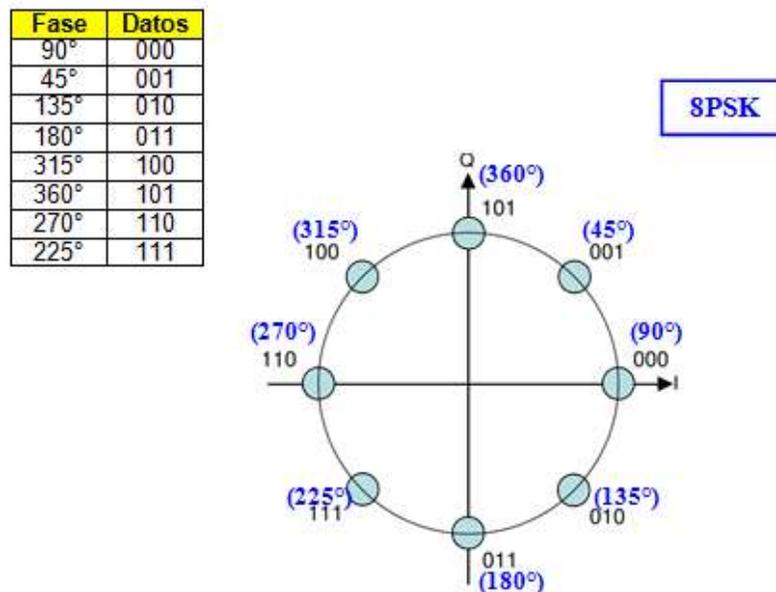


Figura N° 21: “Constelación 8-PSK”

Fuente: Elaboración Propia

2.2.1.21.4 QAM

La QAM es una forma de modulación digital cuya información está contenida tanto en la fase como en la amplitud de la portadora transmitida.

Por ejemplo, para 16-QAM los datos se dividen en grupos de 4 bits (cuadribits). Las 16 posibles combinaciones varían la amplitud y la fase de la portadora, la cual por tal razón puede tomar 16 estados diferentes. Ver Figura N° 22.

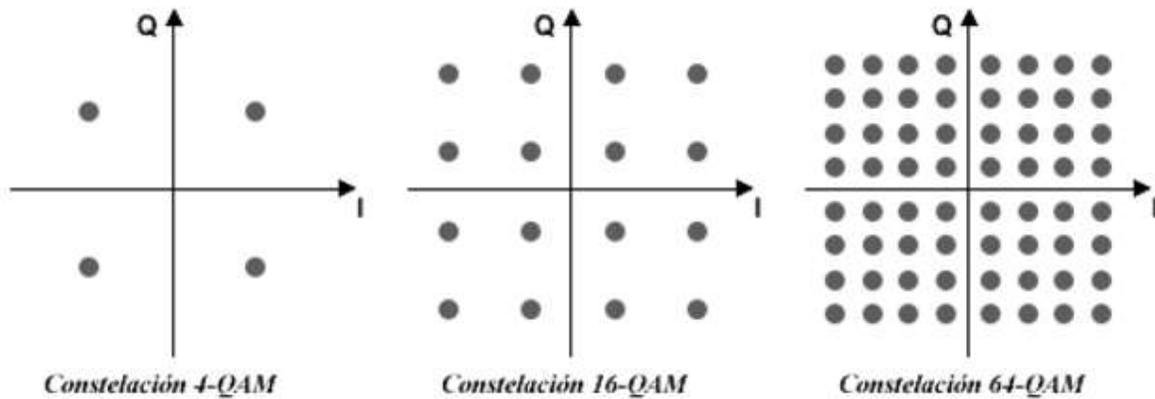


Figura N° 22: “Constelación QAM”

Fuente: <http://www.ecured.cu/>

2.2.1.22 Relación energía de bit a densidad de ruido (E_b/N_0)

Este parámetro es muy útil a la hora de evaluar el desempeño de enlaces digitales, ya que su resultado depende tanto del tipo de modulación, como de la velocidad de transmisión.

La energía de bit (E_b) es la potencia recibida en la antena P_{rx} dividida por el recíproco de la frecuencia de transmisión (F_b).

La densidad de ruido (N_0) se puede expresar como la potencia de ruido (N) dividida por el ancho de banda (AB)

Esta ecuación muestra que la relación energía de bit a densidad de ruido queda en función de la relación portadora a ruido y en función de la relación ancho de banda a frecuencia de transmisión. Si se dan una potencia de portadora, una tasa de bits y una temperatura de ruido; la E_b/N_0 permanecerá constante e independiente del tipo de codificación, modulación o ancho de banda usado.

2.2.1.23 FEC (Forward Error Correction)

Es un tipo de mecanismo de corrección de errores que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original. A mayor FEC, mejor es la señal durante una emisión digital, se reciben bits de forma redundante, ya que se emite más información que una simple imagen. Esta redundancia ayuda a recuperar la imagen en caso de fallos de recepción.

La posibilidad de corregir errores se consigue añadiendo al mensaje original unos bits de redundancia. La fuente digital envía la secuencia de datos al codificador, encargado de añadir dichos bits de redundancia. A la salida del codificador obtenemos la denominada palabra código. Esta palabra código es enviada al receptor y éste, mediante el decodificador adecuado y aplicando los algoritmos de corrección de errores, obtendrá la secuencia de datos original. Los dos principales tipos de codificación usados son:

- Códigos bloque. La paridad en el codificador se introduce mediante un algoritmo algebraico aplicado a un bloque de bits. El decodificador aplica el algoritmo inverso para poder identificar y, posteriormente corregir los errores introducidos en la transmisión.
- Códigos convolucionales. Los bits se van codificando tal y como van llegando al codificador. Cabe destacar que la codificación de uno de los bits está enormemente influenciada por la de sus predecesores. La decodificación para este tipo de código es compleja ya que en principio, es necesaria una gran cantidad de memoria para estimar la secuencia de datos más probable para los bits recibidos. En la actualidad se utiliza para decodificar este tipo de códigos algoritmo de Viterbi, por su gran eficiencia en el consumo de recursos.

2.2.1.24 PIRE: Potencia isotrópica radiada efectiva.

La potencia isotrópica radiada efectiva PIRE, es una medida que indica la fuerza con que una señal es transmitida hacia un satélite o hacia una estación terrestre. La potencia isotrópica radiada efectiva es la combinación de la potencia del transmisor con la ganancia de la antena.

Para el cálculo descendente de un enlace satelital es común utilizar las huellas de los satélites, para así obtener la potencia isotrópica radiada efectiva y de las cartas del satélite obtener la potencia del transpondedor, para así calcular la ganancia de la antena y continuar con los cálculos del enlace.

2.2.2 Reseña de los enlaces microondas

Los sistemas de microondas terrestres han brindado solución a los problemas de transmisión de datos, sin importar cuales sean, aunque sus aplicaciones no estén restringidas a este campo solamente.

El término " microondas " viene dado ya que la longitud de onda de esta banda es muy pequeña (milimétricas o micrométricas), resultado de dividir la velocidad de la luz entre la frecuencia en Hertz.

Éste es un medio de transmisión que ya tiene muchas décadas de uso, en el pasado las compañías telefónicas se aprovechaban de su alta capacidad para la transmisión de tráfico de voz, gradualmente los operadores reemplazaron el corazón de la red a fibra óptica, dejando como medio de respaldo la red de microondas.

A pesar de todo, las microondas terrestres siguen conformando un medio de comunicación muy efectivo para redes metropolitanas que interconectan bancos, mercados, tiendas departamentales y radio bases celulares.

2.2.2.1 Componentes de un enlace microondas

Básicamente un enlace vía microondas consiste en tres componentes fundamentales: el TRANSMISOR, el RECEPTOR y el CANAL AÉREO.

El Transmisor es el responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para transmitir, el Canal Aéreo representa un camino abierto entre el transmisor y el receptor, y como es de esperarse el receptor es el encargado de capturar la señal transmitida y llevarla de nuevo a señal digital.

El factor limitante de la propagación de la señal en enlaces microondas es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y el receptor, además esta distancia debe estar libre de obstáculos. Otro aspecto que se debe señalar es que en estos enlaces, la línea de vista entre el receptor y el transmisor debe tener una altura mínima sobre los obstáculos en la vía, para compensar este efecto se utilizan torres para ajustar dichas alturas.

2.2.2.2 Zona de Fresnel

Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética, acústica, etc.- y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180 grados. Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta al emisor y el receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180°, adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360°, y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores. Ver Figura N° 23.

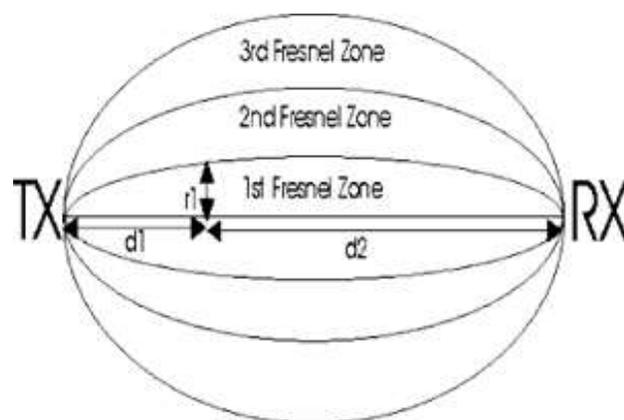


Figura N° 23: "Zona de Fresnel"

Fuente: Elaboración Propia

La Zona de Fresnel puede ser perturbada por varios objetos estacionarios - el suelo, características del terreno, casas, árboles, etc.

La perturbación se manifiesta como recepción permanentemente débil o incluso ausente. Los objetos en movimiento también pueden perturbar la Zona de Fresnel - buses, trenes, autos o incluso peatones; estos causan pérdidas temporales. Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF, que de forma simple, es la línea recta que une los focos de las antenas transmisora y receptora.

2.2.2.3 Repetidores

La distancia cubierta por enlaces microondas puede ser incrementada por el uso de repetidores, la función de los repetidores es salvar la falta de visibilidad impuesta por la curvatura terrestre u obstáculos y conseguir así enlaces superiores al horizonte óptico; la distancia entre repetidores se los conoce como vano.

1. Repetidores Pasivos:

En los repetidores pasivos o reflectores se realiza únicamente el cambio de la dirección del haz radioeléctrico sin mejorar o amplificar la ganancia en la señal, mientras que en un repetidor activo se cumplen los siguientes parámetros:

Mantiene la señal de recepción separada de la de transmisión suprimiendo toda señal indeseable (ruido, interferencia), controla el nivel de la señal para luego amplificarla y transmitirla.

2. Repetidores Activos:

En un reflector activo, el proceso de transmisión no toma en cuenta tareas como el analizar y tratar la señal por alguna unidad de procesamiento de datos.

El reflector activo tiene la tarea de mejorar la señal ya que la señal de microonda transmitida es distorsionada y atenuada mientras viaja desde el transmisor hasta el receptor, estas atenuaciones y distorsiones son causadas por una pérdida de poder de la señal recibida, dependiente de la distancia, reflexión y refracción debido a obstáculos y superficies reflectoras, pérdidas atmosféricas, perdidas en los equipos, etc.

2.3 Glosario de términos

- MEF: Ministerio de Economía y Finanzas
- DirecTV: empresa de televisión por cable
- Fibra Óptica: es un medio de transmisión, empleado habitualmente en redes de datos y telecomunicaciones. permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de la radio y superiores a las de un cable convencional.
- TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación
- ITU o UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones: es el organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.
- Satélite: es un objeto fabricado en la Tierra y colocado en órbita alrededor de un cuerpo celeste como la Tierra o la Luna.
- Radioelectricidad: técnica de producción, transmisión y recepción de sonidos e imágenes por medio de ondas electromagnéticas:

- Teleconferencias: es una tecnología que permite el intercambio directo de información entre varias personas y máquinas a distancia a través de un sistema de telecomunicaciones.
- Transpondedor o Transponder: repetidor de radio en el espacio
- BER o bit error rate: es el número de bits errados por unidad de tiempo.
- Redes WAN o redes de área amplia: es una red de computadoras que abarca varias ubicaciones físicas, proveyendo servicio a una zona, un país, incluso varios continentes.
- RF: Radio Frecuencia
- Banda Base: se le denomina al conjunto de señales que no sufren ningún proceso de modulación a la salida de la fuente que los origina, es decir, son señales que son transmitidas en su frecuencia original
- MINEDU: Ministerio de Educación

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLOGICO

En este capítulo se abordarán las definiciones de las herramientas metodológicas a usar; así como el procedimiento que se llevará a cabo para llegar a la obtención de resultados y finalmente a las conclusiones.

3.1 Tipificación de la investigación

Toda investigación va más allá de los límites de un individuo investigador para ubicarse en temas, intereses y redes de problemas globales, que podrían abarcar largos períodos históricos y varias generaciones de estudiosos, constituyendo así una visión transindividual de cualquier proceso de investigación (Hernández, 2012)

Los trabajos de indagación suelen clasificarse en aplicados, según su propósito de vinculación a la resolución de un problema práctico y es en la investigación aplicada, donde los conocimientos a obtener son el insumo necesario para proceder a la acción. (Sabino, 2006)

- Investigación aplicada

La forma de investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica, se encuentra íntimamente ligada a la pura ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos; es el estudio o aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias o características concretas; esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías. (Tamayo, 2006)

Con respecto al autor antes mencionado, se puede establecer que el tipo de investigación seleccionado se denomina investigación aplicada, ya que se ofrece una mejor calidad de enseñanza en la provincia antes mencionada.

- Investigación exploratoria o documental

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales. (Arias, 2006)

Para resolver el problema planteado se hizo uso de este tipo de investigación ya que se recurrió a información contenida en manuales y proyectos similares realizados.

- Investigación Cualitativa

La investigación cualitativa es aquella que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable. (Bogdan, 2006)

Además se menciona que es multimetódica en el enfoque, implica un enfoque interpretativo, naturalista hacia su objeto de estudio. (Denzin Lincoln, 2006)

Según el autor antes mencionando, el planteamiento de problema implicará que el estudio de la problemática actual por la que está pasando la provincia de Purús, para después interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas.

3.2 Operacionalización de variables

En la Tabla N° 3 se ven las variables que se presentan para la tesis:

Tabla N° 3: “Operacionalización de variables”

Fuente: Elaboración propia

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	Dimensiones	Indicador	Escala de medicion
Teleduccion	Brinda nuevas formas de aprendizaje, enriqueciendo los conocimientos de los estudiantes	Servicio	Escala	-Buena - Regular -Malo
Diseño Satelital-Terrestre	Satelital: Su principal función es la de amplificar la señal, corregirla y retransmitirla a una o más antenas ubicadas en la tierra. Terrestres: Utilizan antenas parabólicas para conexiones a larga y corta distancia.	Capacidad	Ancho de banda utilizado en el enlace existente	-512 Kbps - 1 Mbps -2 Mbps
		Enlace Satelital	Tipo	-SCPC -VSAT
		Enlace Terrestre	Tipo	-MICROONDAS -WIMAX
Factor Economicos	Recursos usados para satisfacer alguna necesidad.		Dolares	-Barato -Caro
Crecimiento Socio-cultural	Evolución o cambio positivo en las relaciones entre los individuos, grupos e instituciones de una sociedad,	Poblacion	Escala	-Optimo - Regular -Malo

3.3 Estrategia para la prueba de hipótesis

En la presente tesis para desarrollar la prueba de hipótesis, se optará por una investigación cualitativa con el diseño fenomenológico. La base de la fenomenología es que existen diversas formas de interpretar la misma experiencia, y que el significado de la experiencia para cada participante es lo que constituye la realidad. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006)

Con respecto al autor antes mencionado, el enfoque de la fenomenológica es lo que la gente experimenta en relación con algún fenómeno u otro tipo y cómo se interpretan esas experiencias.

Se revisará documentación de las localidades de Puerto Esperanza, San Bernardo, Cantagallo y San Marcos, verificando el nivel actual en que se encuentran los jóvenes estudiantes, para poder conocer como han ido subsanando la problemática de la baja educación.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población es el conjunto de todos los elementos definidos antes de la selección de la muestra. También definen el elemento como la unidad acerca de la cual se solicita información. En el presente estudio se utilizarán tres poblaciones. (Kinnear y Taylor, 1998)

La población está conformada por el número de alumnos de la provincia de Purús en el departamento de Ucayali. En las Tablas N° 4, N° 5, N° 6 y N° 7 se muestran información de las instituciones educativas según información del Ministerio de Educación para el 2014:

Tabla N° 4: “Instituciones educativas de Purús – Parte 1”

Fuente: Elaboración propia

LOCALIDAD	NOMBRE DE LA INSTITUCION EDUCATIVA	NIVEL	ALUMNOS (2014)	DOCENTES (2014)
Palestina	Palestina	Secundaria	26	6
	64965	Primaria	18	1
	Palestina	Inicial no escolarizado	6	0
Pankirentsi	64707-B	Primaria	12	1
Piquinique	64890-B	Primaria	8	1
Pozo San Martín	64862-B	Primaria	10	1
	Pozo San Martín - B	Inicial no escolarizado	8	0
Puerto Esperanza	Piloto Esperanza	Secundaria	80	9
	CEBA - Esperanza	Educación Básica Alternativa	89	1
	Puerto Esperanza	CETPRO	34	1
	276	Inicial - Jardín	58	3
	64174	Primaria	147	8
	Purús	Educación SuperIOR Tecnológica - IEST	20	7
	Puerto Esperanza	SANTA MARGARITA - B	8	0
	Puerto Esperanza	Inicial no escolarizado	9	0
	Puerto Esperanza	Inicial no escolarizado	10	0
Renacimiento	65269-B	Primaria	9	1
Salón de Shambuyacu	64926-B	Primaria	28	1
	614-B	Inicial - Jardín	10	1

Tabla N° 5: “Instituciones educativas de Purús – Parte 2”

Fuente: Elaboración propia

LOCALIDAD	NOMBRE DE LA INSTITUCION EDUCATIVA	NIVEL	ALUMNOS (2014)	DOCENTES (2014)
San Bernardo	367-B	Inicial - Jardín	10	1
	San Bernardo-B	Secundaria	40	7
	64176-B	Primaria	43	1
	64892-B	Primaria	7	1
	San Francisco-B	Inicial no escolarizado	10	1
San José	65085-B	Primaria	12	1
	San José - B	Inicial no escolarizado	6	0
San Marcos	64594-B	Primaria	19	1
	Victor Manuel Camacho Vilchez - B	Secundaria	36	7
San Martín de Porres	65086-B	Primaria	25	1
	613-B	Inicial - Jardín	8	1
Santa Margarita	64706-B	Primaria	12	1
Santa Rey	611-B	Inicial - Jardín	9	1
	64704-B	Primaria	11	1
Zapote	65232-B	Primaria	43	1
	612-B	Inicial - Jardín	15	1

Tabla N° 6: “Instituciones educativas de Purús – Parte 3”

Fuente: Elaboración propia

LOCALIDAD	NOMBRE DE LA INSTITUCION EDUCATIVA	NIVEL	ALUMNOS (2014)	DOCENTES (2014)
Aguajal	64732-B	Primaria	13	1
Alberto Delgado	64928-B	Primaria	7	1
	Alberto Delgado -B	Inicial no escolarizado	8	0
Balta	366-B	Inicial - Jardín	14	1
	Balta-B	Secundaria	34	8
	64502-B	Primaria	18	1
Bola de Oro	65229-B	Primaria	11	1
Bufeo	64854-B	Primaria	7	1
Canta Gallo	64853-B	Primaria	24	1
	Horacio Zeballos Gamez - B	Secundaria	18	6
	553-B	Inicial - Jardín	17	1
Cashuera	64889-B	Primaria	9	1
	La Cashuera - B	Inicial no escolarizado	9	1
Catay	64657-B	Primaria	16	1
Colombiana	64656-B	Primaria	14	1
	Colombiana - B	Inicial no escolarizado	9	1
Conta	368-B	Inicial - Jardín	7	1
	Conta-B	Secundaria	26	7
	64632-B	Primaria	24	1

Tabla N° 7: “Instituciones educativas de Purús – Parte 4”

Fuente: Elaboración propia

LOCALIDAD	NOMBRE DE LA INSTITUCION EDUCATIVA	NIVEL	ALUMNOS (2014)	DOCENTES (2014)
Curanjillo	64733-B	Primaria	18	1
El Triunfo	65189-B	Primaria	8	1
Fundo Dina	65212-B	Primaria	9	1
Gastabala	388-B	Inicial - Jardín	10	1
	Gastabala-B	Secundaria	41	7
	64705-B	Primaria	24	2
Gran Viña de Purús	65188-B	Primaria	17	1
Mapalfa	64783-B	Primaria	8	1
Mi Perú	64891	Primaria	12	1
Miguel Grau	64784-B	Primaria	13	1
	Miguel Grau-B	Inicial no escolarizado	6	1
Nueva Belén	65210-B	Primaria	12	1
Nueva Esperanza	65087-B	Primaria	20	1
	José Carlos Mariátegui - B	Secundaria	25	7
	482-B	Inicial - Jardín	8	1
Nueva Luz	65025-B	Primaria	11	1
Nueva Vida	Nueva Vida - B	Inicial no escolarizado	7	1

Según las Tablas N° 4, N° 5, N° 6, y N° 7 la población será de 1430 alumnos de inicial, primaria, secundaria y centros técnicos.

3.4.2 Muestra

Se entiende por muestra al "subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible". Es decir, representa una parte de la población objeto de estudio. De allí es importante asegurarse que los elementos de la muestra sean lo suficientemente representativos de la población que permita hacer generalizaciones. (Castro, 2003)

3.4.2.1 Tipo de muestra

En la mayoría de los estudios se utilizan muestras, y para ello hay que definir la unidad de análisis. Existen dos tipos de muestras las no probabilísticas y probabilísticas, en la primera la probabilidad no tiene nada que ver en la elección de los elementos de la muestra y en la segunda es en base a la probabilidad y todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos. (Hernández, 2002)

Dentro de la selección de la muestra existen dos ramas en las que se categoriza a éstas que son: las muestras no probabilísticas y las muestras probabilísticas, para llevar a cabo el estudio, se tomará la segunda.

3.4.2.1.1 Muestro Probabilístico

Es un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento, de integrar la muestra. (Guía Metodológica del Instituto Universitario Santiago Mariño , 2001)

Este se clasifica en:

- Muestreo al Azar Simple: Todos los elementos tienen la probabilidad de ser elegidos, esta probabilidad es distinta a cero y uno.
- Muestreo al Azar Sistemático: Se selecciona un elemento en función de una constante K, el elemento será escogido cada K veces.
- Muestreo Estratificado: se fundamenta en la división por estratos de los componentes de la población.
- Muestreo por conglomerado: Se agrupan físicamente las unidades de análisis en el espacio y tiempo.

Por ende, la clasificación del resultado de la muestra será probabilística - aleatoria del tipo al azar simple, porque según lo señalado la muestra tiende a ser representativa para la población de Purús, Ucayali. Para poder conocer el tamaño de la muestra se empleará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{k^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + k^2 * p * q}$$

Donde:

k = Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos (típico 95.5%)

N = Es el tamaño de la población (1430 estudiantes)

p = Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio (típico 50%)

q = Proporción de individuos que no poseen esa característica (típico 50%)

e = Error de muestra (típico 5%)

n = Tamaño de la muestra

$$n = \frac{0.955^2 * 1430 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (1430 - 1) + 0.955^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n \approx 85.79 = 86$$

El resultado que se obtuvo en la formula vendría a ser una muestra representativa de 86 estudiantes lo cual permitirá generalizar el resultado en las poblaciones de toda la provincia de Purús-Ucayali. Para el desarrollo de esta tesis se ha seleccionado cuatro localidades: Puerto Esperanza, San Bernardo, Cantagallo y San Marcos con un total de 579 estudiantes como se puede ver en la Tabla N° 8.

Tabla N° 8: “Localidades seleccionadas para la tesis: Puerto Esperanza, San Bernardo, Cantagallo y San Marcos”

Fuente: Elaboración propia

LOCALIDAD	NOMBRE DE LA INSTITUCION EDUCATIVA	NIVEL	DIRECCIÓN DE LA INSTITUCION EDUCATIVA	ALUMNOS (2014)	DOCENTES (2014)
Puerto Esperanza	Piloto Esperanza	Secundaria	Avenida Américo Loayza Gabancho S/N	80	9
	CEBA - Esperanza	Educación Básica Alternativa	Avenida Américo Loayza Gabancho S/N	89	1
	Puerto Esperanza	CETPRO	Avenida Américo Loayza Gabancho S/N	34	1
	276	Inicial - Jardín	Avenida Luis Muñoz Nadal S/N	58	3
	64174	Primaria	Avenida Luis Muñoz Nadal S/N	147	8
	Purús	Educación SuperRior Tecnológica - IEST	Avenida Reverendo Padre Miguel PioveSan	20	7
	Puerto Esperanza	SANTA MARGARITA - B	Avenida Luis Muñoz Nadal S/N	8	0
	Puerto Esperanza	Inicial no escolarizado	Avenida 24 de Abril S/N	9	0
Conta	Puerto Esperanza	Inicial no escolarizado	Avenida Muñoz Nadal S/N	10	0
	368-B	Inicial - Jardín	Río Medio Purús-Margen Izquierda S/N	7	1
	Conta-B	Secundaria	Río Alto Purús-Margen Izquierda S/N	26	7
Canta Gallo	64632-B	Primaria	Río Medio Purús S/N	24	1
	64853-B	Primaria	Río Alto Purús	24	1
	Horacio Zeballos Gamez - B	Secundaria	Río Alto Purús	18	6
San Marcos	553-B	Inicial - Jardín	Río Alto Purús	17	1
	64594-B	Primaria	Río Alto Purús-Margen Izquierdo S/N	19	1
	Victor Manuel Camacho Vilchez - B	Secundaria	Río Alto Purús-Margen Izquierdo S/N	36	7
San Bernardo	367-B	Inicial - Jardín	Río Bajo Purús-Margen Derecha S/N	10	1
	San Bernardo-B	Secundaria	Río Bajo Purús-Margen Derecha S/N	40	7
	64176-B	Primaria	Río Bajo Purús S/N	43	1
	64892-B	Primaria	Río Medio Purús S/N	7	1
	San Francisco-B	Inicial no escolarizado	Río Alto Purús	10	1

3.5 Instrumentos de recolección de datos

La selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos implica determinar por cuáles medios o procedimientos el investigador obtendrá la información necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación. (Hurtado, 2000)

La técnica que se empleará para lograr el diseño de un enlace satelital-terrestre para brindar teleeducación en la provincia de Purús – Ucayali, será la guía de observación (ver Anexo N° 1) que fue elaborada con información obtenida de la misma provincia, del INEI y del Ministerio de Educación basando en los centros educativos de Purús. y su variable medida será la calidad de enseñanza y recursos educativos.

3.6 Descripción del proceso de la prueba de hipótesis

Se evaluarán encuestas a la población donde se verá reflejada la viabilidad del tesis. También se recopilará información de la asistencia anual en los centro educativos y que tanto conocen los estudiantes sobre las nuevas tecnologías.

CAPITULO IV: INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 Portador de larga distancia nacional

Para la presente tesis tendremos a la empresa de telecomunicaciones Telefónica como nuestro portador de larga distancia nacional y eso es debido a que brinda servicios satelitales con enlaces de tecnología tanto VSAT como SCPC. Hasta la fecha Telefónica viene desarrollando con éxitos diferentes proyectos de interconexión, brindando un gran confort con sus servicios, por tal motivo es un proveedor confiable y de gran prestigio, además que cuenta con un gran respaldo por ser uno de los primeros portadores en poner en marcha enlaces satelitales en Perú.

Telefónica es un proveedor de segmentos satelitales de INTELSAT, que brinda diferentes servicios como el SCPC. Para fines de la tesis se usará el satélite INTELSAT XI a 317° E, que utiliza la banda C.

4.2 Descripción de la Red

Como se puede ver en la Figura N° 24, la parte satelital está compuesta por un HUB ubicado en la estación terrena de Telefónica (Lurín – Lima) y una estación satelital remota ubicada en Puerto Esperanza (Capital de Purús - Ucayali). Como se mencionó anteriormente, el Ministerio de Educación será el encargado de brindar el material educativo virtual para este proyecto.

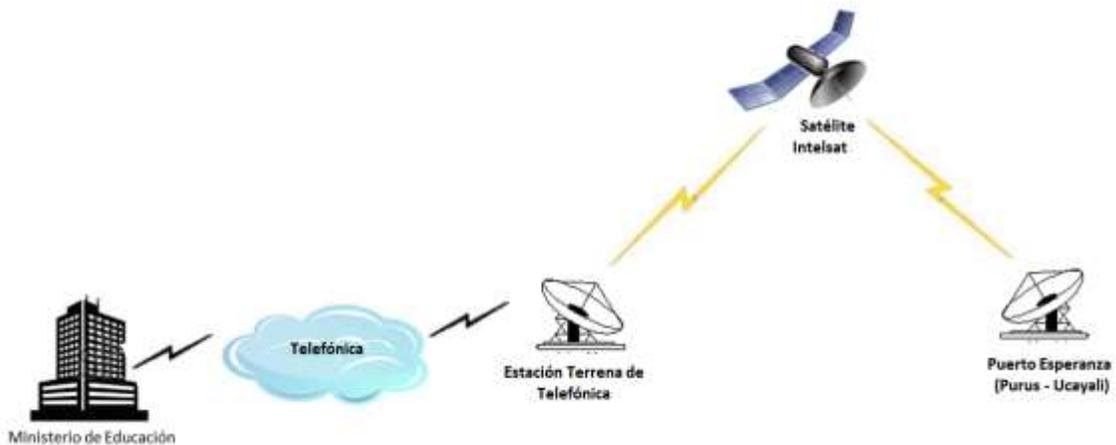


Figura N° 24: “Diagrama Enlace Satelital Estación Terrena de Telefónica – Puerto Esperanza”

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la Figura N° 25, la parte terrestre está compuesta por un nodo principal de microondas situado en la misma ubicación de la estación satelital remota el cual distribuirá el servicio de Internet mediante tres enlaces punto a punto hacia las comunidades seleccionadas: San Bernardo, San Marcos y Cantagallo; que desde ahora llamaremos nodos secundarios.

En el nodo principal de Puerto Esperanza, las instituciones educativas seleccionadas para esta comunidad recibirán la señal de internet mediante un enlace microondas punto-punto (IE 6474) y cableado (IE Piloto Esperanza), para la IE Piloto Esperanza se eligió el cableado debido a que se encuentra a menos de 100 metros (máxima distancia para cableado Ethernet) del nodo principal, para poder considerarse de esta manera se tomó en cuenta la información de las ubicaciones (coordenadas: latitud y longitud) de las IE brindada por el Ministerio de Educación las cuales se detallan más adelante. Este último medio de transmisión (cableado) se aplicará para los nodos secundarios de San Marcos y Cantagallo. Finalmente, para el nodo secundario de San Bernardo se empleará, al

igual que en Puerto Esperanza, un enlace microonda punto-punto (IE 64176-B) y cableado (IE San Bernardo-B).

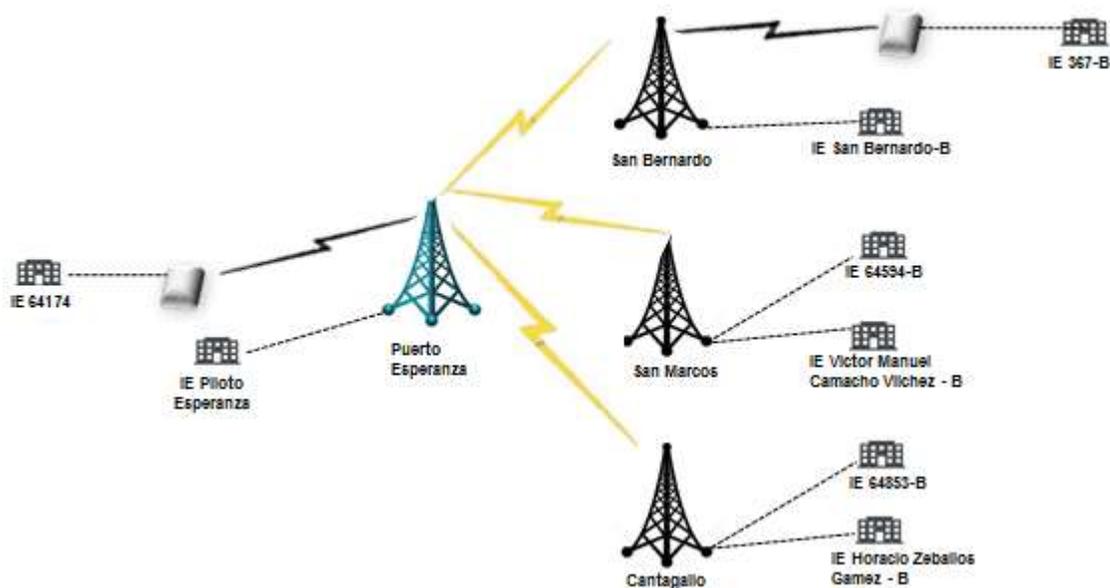


Figura N° 25: “Diagrama Enlace Terrestre: Punto-Punto, cableado”

Fuente: Elaboración propia

4.3 Configuración del equipamiento de la red

4.3.1 Estación satelital remota de Puerto Esperanza

En la Tabla N° 9 se muestra el equipamiento necesario para poner en funcionamiento el enlace satelital:

Tabla N° 9: “Equipamiento Satelital”

Fuente: Elaboración Propia

	Descripción	Cantidad
Equipos Outdoor	Antena Parabólica tipo Offset de 2.4 m	1 unid.
	Feed con polarizador lineal	1 unid.
	BUC de 5W	1 unid.
	Tripode o pedestal	1 unid.
Equipos Indoor	Modem satelital en Banda L	1 unid.
	Router	1 unid.
	Switch Administrable	1 unid.

Las especificaciones técnicas de los equipos outdoor e indoor para el enlace satelital se mencionan en los Anexos N ° 7, N ° 8, N ° 9, N° 10, N°15 y N° 16.

4.3.1.1 Instalación de los equipos

Antes de instalar cualquier equipo en la sede remota, primero se debe haber hecho el Site Survey respectivo, el cual se detalla en el formato Site Survey (Anexo N° 2), para estaciones satelitales. Dichos equipos se instalarán de la siguiente manera:

Primero se fijará o anclará el pedestal o trípode de la antena parabólica de 2.4 m ya sea en el piso, techo, loza (de acuerdo al Site Survey). Luego se procederá con el armado de la cama o canister de la antena, luego con el armado de los 2 pétalos, los brazos del plato y el Feed con el polarizador.

Una vez armada la antena se procederá con el apuntamiento de la misma de acuerdo a los ángulos de azimut y elevación calculados, los cuales se detallan en la Tabla N° 10, con la ayuda de la brújula se alinea la dirección del foco de la antena en dirección del ángulo de azimut, luego con la ayuda del inclinómetro se

apunta la antena de acuerdo al ángulo de elevación calculado. Luego de haber fijado la antena tanto con el ángulo de azimut como con el ángulo de elevación, con la ayuda de una llave francesa de 24" o una llave Stillson de 24" se moverán las tuercas de los pernos de elevación y azimut para darle un apuntamiento fino a la antena esto se podrá verificar con el analizador de espectros que tiene que estar seteado en el rango de frecuencias que se utilizará para los enlaces, eso también podrá ser corroborado con el nivel de Eb/No del modem, que con cada movimiento de la antena subirá y bajara de acuerdo al apuntamiento (si sube el Eb/No el movimiento de la antena es bueno, si el Eb/No baja el movimiento de la antena es malo y se regresa dicho movimiento). Llegará el momento en el cual el nivel de Eb/No no podrá subir más y eso se debe a que la antena se encuentra correctamente apuntada.

Tabla N° 10: "Ángulos de Apuntamiento para la estación remota"
Fuente: Elaboración propia

Estación Remota	Antena (m)	Coordenadas						Ángulos de Apuntamiento INTELSAT XI	
		Latitud-S			Longitud-W			Azimut (°)	Elevación (°)
		°	'	"	°	'	"		
Puerto Esperanza	2.4	9	46	21.39	70	42	27.27	72.09	55.9

Una vez armada la antena se procederá con la instalación de los equipos electrónicos outdoor, se instalará en el OMT (Transductor De Modo Ortogonal - Orthogonal Mode Transducer) el LNB, luego se instalará el BUC en el Feed de la antena parabólica, el BUC se conectará con el Feed por medio de un adaptador que se conectará en el OMT y tendrá una guía WR-137.

Luego se realizará el cableado que comunicará los equipos outdoor con los equipos indoor, con dos cables coaxiales RG-8 de 50 Ohms con dos conectores tipo N – Macho y dos adaptadores N – F (Hembra – Macho) para el lado del BUC

y el LNB, para el lado de los equipos indoor al cable que viene de Tx (BUC) se le instalará 1 conector tipo N (Macho) y para el cable que viene de Rx (LNB) se le instalara un conector F (Macho).

El modem se instalará o rackeará en un rack, estante o gabinete el cual deberá ser indicado y detallado en el formato de Site Survey (Anexo N° 2), el modem se conectará con los cables coaxiales antes mencionados que vienen de los equipos outdoor.

Luego de haber instalado los equipos satelitales se procede a instalar el router, el cual deberá estar conectado al modem, y posteriormente el switch.

4.3.1 Estaciones microondas

En la Tablas N° 11 se muestra el equipamiento necesario para poner en funcionamiento los enlaces microondas:

Tabla N° 11: “Equipamiento microondas”

Fuente: Elaboración Propia

	Descripción	Cantidad
Equipos Outdoor	Antena Integrada	10 unid.
	Radio	10 unid.
Equipos Indoor	Router	7 unid.

Las especificaciones técnicas de los equipos outdoor e indoor para el enlace satelital se mencionan en los Anexos N° 11, N° 12, N° 13, y N° 15.

4.3.1.1 Instalación de los equipos

Antes de instalar cualquier equipo en cada estación microonda, primero se debe haber hecho el Site Survey, el cual se detalla en el formato Site Survey (Anexo N° 3), para estaciones microondas. Dichos equipos se instalarán de la siguiente manera:

Primero se fijará o anclará el pedestal o mástil de la antena parabólica ya sea en el techo (Nodos Secundarios) o torre (Nodos Primarios) para los enlaces punto-punto de acuerdo al Site Survey. Luego se procederá con el armado de la antena y radio. Una vez armada la antena se procederá con el apuntamiento de la misma de acuerdo a los ángulos de azimut y elevación calculados, los cuales se detallaron en la Tabla N° 12, con la ayuda de la brújula se alinea la dirección del foco de la antena en dirección del ángulo de azimut, luego con la ayuda del inclinómetro se apunta la antena de acuerdo al ángulo de elevación calculado.

Luego de haber fijado la antena tanto con el ángulo de azimut como con el ángulo de elevación, con la ayuda de una llave francesa o una llave Allen se moverán las tuercas de los pernos de elevación y azimut para darle un apuntamiento fino a la antena esto se podrá verificar con el analizador de espectros que tiene que estar seteado en el rango de frecuencias que se utilizará para los enlaces.

Tabla N° 12: “Ángulos de Apuntamiento para las estaciones microondas”

Fuente: Elaboración propia

Enlace	Sede	Coordenadas						Ángulos de Apuntamiento	
		Latitud-S			Longitud-W			Azimut (°)	Elevación (°)
		°	'	"	°	'	"		
Puerto Esperanza - San Bernardo	Puerto Esperanza	9	46	21.4	70	42	27	25.01°	-0.147°
	San Bernardo	9	35	5.21	70	37	5	205°	-0.061°
Puerto Esperanza - San Marcos	Puerto Esperanza	9	46	21.4	70	42	27	237.24°	-0.123°
	San Marcos	9	52	46.5	70	52	34	57.27°	-0.074°
Puerto Esperanza - Cantagallo	Puerto Esperanza	9	46	21.4	70	42	27	247.68°	-0.175°
	Cantagallo	9	48	25.4	70	47	33	67.69°	0.084°
Puerto Esperanza - IE 64174	Puerto Esperanza	9	46	21.4	70	42	27	277.13	-7.805
	IE 64174	9	46	19.6	70	42	41	97.13	7.801
San Bernardo - IE 64176-B	San Bernardo	9	35	5.21	70	37	5	228.74	-7.625
	IE 64176-B	9	35	6.43	70	37	10	48.74	7.623

Luego se realizará el cableado que comunicará los equipos outdoor con los equipos indoor, con un cable UTP categoría 6 o 6E con dos conectores RJ45 para el lado del router y la radio.

El router y switch(donde se necesario) se instalarán o rackearán en un rack, estante o gabinete el cual deberá ser indicado y detallado en el formato de Site Survey.

4.4. Asignación de frecuencias para la red

4.4.1 Frecuencias Satelitales

Las frecuencias satelitales que utilizaremos para nuestro proyecto se dividen de la siguiente manera:

- Frecuencias satelitales expresadas en RF (Radio Frecuencia) en banda C.
- Frecuencias satelitales expresadas en Banda L.

Las frecuencias expresadas en RF banda C se utilizarán para la parte de comunicación: Estación Terrena (Principal) – Satélite – Estación Terrena (Remota).

La frecuencia IF en Banda L se utilizará en la sede satelital remota, para la comunicación BUC / LNB – modem, utilizando un modem en Banda L.

Como se mencionó anteriormente, se trabajará con el satélite INTELSAT XI. A continuación en la Figura 26 se muestra el “Transponder Layout” del satélite, en el cual se muestra el número total de transponder que posee dicho satélite: 12 x 54MHz y 4 x 64 MHz. Para este proyecto se escogerá el transponder AE7C Horizontal que tiene un rango de frecuencia de 6113 – 6167 MHz con frecuencia central (Lo) 6140 MHz. En el Anexo N° 14 se mencionan los parámetros del satélite.

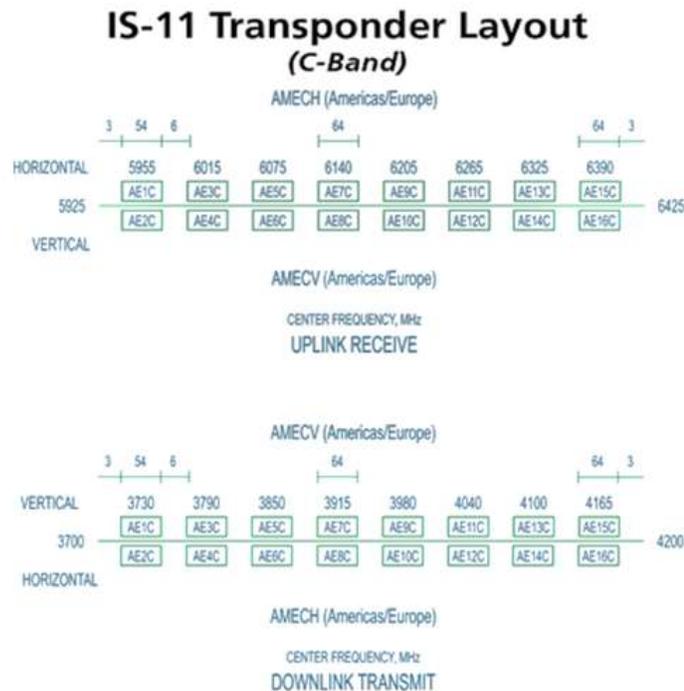


Figura N° 26: “Transponder Layout INTELSAT XI

Fuente: Spacecraft Performance and Transponder Frequency Layout – INTESALT

Para el desarrollo de esta tesis se seleccionará dos frecuencias dentro del rango del transponder elegido, Tx: 6121 MHz y Rx: 6126 MHz ambos vistos desde el lado remoto. A continuación se calculará las frecuencias en banda L que serán asignadas a la estación remota:

Datos:

- Tx: 6121 MHz / Rx: 6126 MHz
- L_{LNB} : 5150 MHz, frecuencia central standard de un LNB
- L_{BUC} : 4900 MHz, frecuencia central standard de un BUC
- $\Delta = 2225$ MHz, delta para convertir frecuencia de subida/bajada
- $TX_{BANDA L} = \text{Frecuencia Tx} - L_{BUC}$
- $RX_{BANDA L} = L_{LNB} - (\text{Frecuencia Rx} - \Delta)$

Reemplazando los datos:

- $TX_{BANDA L} = 6121 - 4900 = 1221$ MHz
- $RX_{BANDA L} = 5150 - (6126 - 2225) = 1249$ MHz

En la Tabla N° 13 se detalla las frecuencias de transmisión y recepción que se asignarán en la estación remota:

Tabla N° 13: “Frecuencia en banda L según los Lo del LNB y BUC recomendados”
Fuente: Elaboración propia

FRECUENCIAS DEL MODEM DE LA ESTACION REMOTA				
SEDE	TX-RF (MHz)	RX-RF (MHz)	TX BANDA L (MHz)	RX BANDA L (MHz)
Purús	6121	6126	1221	1249

4.5 Dimensionamiento de la red

A partir del estudio realizado por el MINEDU en el año 2014 de la situación de las instituciones educativas que fueron seleccionadas para el desarrollo de la tesis, se ha considerado la asignación de laptops dependiendo del número de alumnos y docentes por cada institución educativa, con el fin de que cada alumno y docente cuente con una laptop. A continuación la Tabla 14 con la información antes mencionada.

Tabla N° 14: “Numero de laptops por Institución Educativa”

Fuente: Elaboración propia

Localidad	Nombre de la Institución Educativa	Nivel	Docentes - 2014	Alumnos - 2014	Aumento del 30%	N° Laptos para acceso a Internet e Intranet
Puerto Esperanza	Piloto Esperanza	Secundaria	9	80	104	20
	64174	Primaria	8	147	171	29
San Bernardo	San Bernardo-B	Secundaria	7	40	64	13
	64176-B	Primaria	1	43	67	11
San Marcos	64594-B	Primaria	1	19	43	7
	Victor Manuel Camacho Vilchez - B	Secundaria	7	36	60	12
Cantagallo	64853-B	Primaria	1	24	48	9
	Horacio Zeballos Gamez - B	Secundaria	6	18	42	9

Como se había mencionado en el Capítulo II la red contará con servicios de internet e intranet. El servicio de intranet se destinará para que los docentes y alumnos puedan acceder el material educativo virtual del MINEDU, esto incluye: textos, videos, imágenes y aplicaciones que serán enviado desde el servidor central de la plataforma, virtual y almacenados en un servidor local.

Actualmente el Ministerio de Educación tiene solo un enlace satelital VSAT para la provincia de Purús con un overbooking de 4 a 1 de 1 Mbps, eso quiere decir, se

garantiza el acceso a internet con una velocidad del 25% por enlace, lo cual es demasiado bajo y solo se brinda a algunas instituciones educativas de las comunidades de Puerto Esperanza y Palestina.

Sin embargo, como ya se sabe, en la presente tesis se empleará un enlace satelital SCPC, es decir, será un enlace dedicado (overbooking 1 a 1). Ahora teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se calculará el ancho de banda mínimo para que la red sea eficiente en base al número total de laptops, es decir, donde tanto el docente como el alumno puedan hacer uso de internet e intranet con buena calidad.

4.5.1 Calculo del ancho de banda para el acceso a internet

Primero se harán los cálculos considerando que todas las laptops están haciendo de internet al mismo tiempo. Considerando el mismo ancho de banda del enlace VSAT que existe en Purús, se comenzará el cálculo un mínimo de 1Mbps de ancho de banda.

- Para el caso de 1 Mbps \Leftrightarrow 1024 Kbps

$$\frac{\text{Ancho de banda total}}{\text{Numero total de laptops}} = \frac{1024}{110} = 9.31 \text{ Kbps}$$

Es decir, con las 90 laptops haciendo uso de internet, cada una navegaría con un ancho de banda promedio de 9.31 Kbps, de la misma manera se hacen los calculados para distintos ancho de banda hasta 4 Mbps que se muestran en la Tabla N° 15:

Tabla N° 15: “Ancho de banda máximo para 90 laptops usando internet”

Fuente: Elaboración Propia

Ancho de banda(Kbps)	Ancho de banda por cada laptop (Kbps)
1024	9.31
2048	18.62
3072	27.93
4096	37.24

Sin embargo, los cálculos realizados anteriormente son ideales, puesto que es muy difícil que todos los alumnos y docentes accedan a la vez. Se planteará elaborar un plan de horarios en todas las instituciones educativas seleccionadas para asegurar que el número máximo de laptops a emplearse a la vez para el acceso a internet sea como máximo de 15, de esta manera se garantiza que la velocidad de navegación sea de buena calidad. Para el caso de los centros educativos en Puerto Esperanza si bien es cierto se proveerán más de 15 laptops, dentro de plan de horarios a elaborarse debe de contemplarse el uso de solo 15 laptops para el acceso a internet (puede colocarse dos alumnos por laptop) y así garantizar la buena calidad de velocidad. En la Tabla N° 16 se realizan nuevamente los cálculos en base a lo mencionado anteriormente:

Tabla N° 16: “Ancho de banda máximo para 15 laptops usando internet”

Fuente: Elaboración Propia

Ancho de banda(Kbps)	Ancho de banda por cada laptop (Kbps)
1024	68.27
2048	136.53
3072	204.80
4096	273.07

Si hacemos el mismo cálculo para el actual enlace VSAT a 1 Mbps (con overbooking 4 a 1) de ancho de banda, cada laptop navegaría a tan solo 17.06 Kbps, lo cual es una velocidad demasiado bajo en comparación con lo que ofrece un enlace SCPC con el mismo ancho de banda.

4.5.2 Calculo del ancho de banda para el acceso a intranet

Al igual que con los cálculos realizados para el caso del internet, primero se harán los cálculos considerando que todas las laptops están haciendo de intranet al mismo tiempo. Sin embargo, debido a que el acceso a intranet se dará solo de manera local y mediante el uso de microondas, el ancho de banda puede aumentar considerablemente (dependiendo de los equipos microondas que se empleen) y así garantizar que el acceso a todo el material virtual educativo sea óptimo. Se comenzará con un ancho de banda aceptable para microondas que son 10 Mbps:

- Para el caso de 10 Mbps

$$\frac{\text{Ancho de banda total}}{\text{Numero total de laptops}} = \frac{10}{110} = 0.90 \text{ Mbps} \Leftrightarrow 90 \text{ Kbps}$$

Es decir, con las 90 laptops haciendo uso de internet, cada una navegaría con un ancho de banda promedio de 90 Kbps. de la misma manera se hacen los calculados para distintos ancho de banda hasta 100 Mbps que se muestran en la Tabla N° 17:

Tabla N° 17: “Ancho de banda máximo para 90 laptops usando intranet”

Fuente: Elaboración Propia

Ancho de banda(Mbps)	Ancho de banda por cada laptop (Mbps)	Ancho de banda por cada laptop (Kbps)
10	0.09	90.91
30	0.27	272.73
50	0.45	454.55
100	0.91	909.09

Al igual que con el cálculo del ancho de banda de internet, los cálculos realizados anteriormente son ideales. Sin embargo para este caso puede considerarse de a 15 a 30 laptops usando intranet al mismo tiempo debido a que el ancho de banda es significativamente mayor al de internet.

En la Tabla N° 18 se realizan nuevamente los cálculos en base a lo mencionado anteriormente:

Tabla N° 18: “Ancho de banda máximo para 15 laptops usando intranet”

Fuente: Elaboración Propia

Ancho de banda(Mbps)	Ancho de banda por cada laptop para un total de 15 (Mbps)	Ancho de banda por cada laptop para un total de 30 (Mbps)
10	0.67	0.33
30	2.00	1.00
50	3.33	1.67
100	6.67	3.33

Luego de haber realizado los cálculos de ancho de banda para el acceso de internet e intranet y habiendo comparado el ancho de banda máximo que brindaría un enlace SCPC respecto al actual enlace VSAT, se puede concluir que para el

acceso a internet se pueden emplear un ancho de banda desde 2 Mbps teniendo en cuenta el establecimiento de horarios para el acceso al mismo y para el acceso a intranet se pueden emplear un ancho de banda desde 50 Mbps considerando, como ya se había mencionado anteriormente, que deberá soportar tráfico como videos, imágenes, entre otros.

De esta manera se tendrá una red óptima, superando ampliamente la calidad, velocidad y cobertura actual que tiene desplegado en Ministerio de Educación en Purús. Para el diseño de la presente tesis se tomará el valor de 2 Mbps para acceso a internet por dos motivos principales:

1. Con este ancho de banda el docente y/o podrá navegar con un mínimo 136 Kbps que para áreas rurales es una velocidad considerable.
2. El tema económico, para establecer un enlace satelital se le portador alquila un segmento satelital, este cobro va depender del tiempo que se quiera mantener el enlace, ancho de banda y sobre todo del modem satelital (dependerá de la modulación, FEC y codificación que se emplee).

Para la presente tesis se empleará un modem satelital con tecnología CnC (carrier in carrier) esto hace que la portadora de TX y RX de la señal se vayan por un mismo canal, por lo tanto el ancho de banda usado será la mitad a diferencia de los modem convencionales, lo cual genera un aumento en su precio de compra, pero que a larga generaría menos gastos del alquiler del segmento satelital. En el Anexo N° 4 se detalla la simulación de costos de alquiler de un segmento satelital en cuanto a la selección de diferentes configuraciones de un modem CnC.

4.6 Diseño enlace satelital

Los parámetros usados del enlace satelital de Puerto Esperanza fueron suministrados por los datasheet que se muestran en el Anexo N°7, N° 8, N° 9 y N° 10. Como se muestra en la Tabla N° 19.

Tabla N° 19: “Parámetros usados para el enlace satelital”
Fuente: Elaboración Propia

Equipos		Descripción	
Equipo de transmisión	BUC	Frecuencia (Lo)	4.9 GHz
		Potencia	5 Watts
		Conector	Tipo N
Equipo de recepción	LNB	Frecuencia (Lo)	5.15 GHz
		Conector	Tipo N
Módem Satelital	Módem	Modulación	8 PSK
		Codificación	Turbo
		BER	10^{-7}
		FEC	3/4
Antena	Offset	Diámetro	2.4 m
		Angulo de elevación	22.3°
		Temperatura	46 k
		Rango de frecuencia Tx	5.850 - 6.425 GHz
		Rango de frecuencia Rx	3.625 - 4.200 GHz
		Frecuencia de operación	6.121 GHz
		Ganancia Tx	38.20 dBi
		Ganancia Rx	42.20 dBi

Para realizar el cálculo de los enlaces se empleó el programa LST5. El cual es un software de simulación desarrollado por la empresa INTELSAT, en la cual calcularemos las potencias tanto de transmisión como de recepción.

1. En primera instancia, se define el plan de transmisión, indicando el tipo de satélite, transponder y densidad de flujo de saturación (se toma el mayor posible en el programa) como se muestra en la Figura N° 27.

The screenshot shows the 'Lease Transmission Plan' window with the following parameters:

Spacecraft Parameters		Total Transponder Beam Edge Parameters	
Lease Name	LST-plan	Intelsat	IS-11
SVO-L Number	1	Bandwidth	64.0 MHz
Satellite Flight	3211	Polarization	Linear/Linear
Satellite Location (Deg. E)	317.00	Center Freq. (Up/Down)	6.1400 / 3.9150 GHz
(Deg. W)	43.00	G/T	-8.0 dB/K
Operating Mode	Normal	U/L Meas. Improve. Factor:	.2 dB
Uplink Beam	AMECH	EIRP	34.0 dBW
Downlink Beam	AMECV	D/L Meas. Improve. Factor:	.1 dB
Transponder Freq. Slot	7	Oper. Mode:	MultiCarrier Txpr Lease
Amplifier Power Level	Normal	IBO	-5.4 dB
Amplifier Power (watts)	55.0	OBO	-4.5 dB
VSAT Optimized Transponder	<input type="checkbox"/>	Available Beam Edge Lease Resource	
SFD Beam Edge (dBW/m2)	<input type="checkbox"/> OMA -97.5	Bandwidth	28.3 MHz
Lease BW (MHz)	<input checked="" type="radio"/> LST Calculated <input type="radio"/> User Specified	Operating FD	-106.4 dBW/m2
Accept		EIRP	26.0 dBW
IntelSat Inspiring connections		Number of Active Carriers:	2
		No Link Budget Analysis Performed	

Figura N° 27: “Parámetros del enlace de subida y bajada”

Fuente: Lease Transmission Plan

2. Después se ingresan los datos de las estaciones terrenas, como ubicación geográfica, diámetro de la antena y banda de operación. En la Figura 28 se indica las especificaciones de la estación remota satelital de Purús.

Earth Station Definition

Primary Input

<input checked="" type="checkbox"/> ES Code	SLAVE	<input type="checkbox"/> ES Name	
<input checked="" type="checkbox"/> Band	C-Band	<input type="checkbox"/> City (nearest)	
<input checked="" type="checkbox"/> Diameter	2.4 meters	<input type="checkbox"/> Country	
<input type="checkbox"/> Intelsat Standard		<input type="checkbox"/> Nominal Pat Adv (Tr)	5.3 dB
G/T*	Calculate 19.5 dB/K	<input type="checkbox"/> Nominal Pat Adv (Rx)	7.1 dB
<small>* G/T at 4 GHz or 11 GHz</small>			
<input checked="" type="checkbox"/> Longitude	-70.7070 Deg. E	<input type="checkbox"/>	289 Deg 17 Min 35 Sec
<input checked="" type="checkbox"/> Latitude	-9.7725 Deg. N	<input type="checkbox"/>	-9 Deg 46 Min 21 Sec

Other Input

<input checked="" type="checkbox"/> Tracking	None	<input type="checkbox"/> LNA Temperature	30.0 K
<input type="checkbox"/> Elevation Angle	55.9 Deg	<input type="checkbox"/> Feed Losses	.2 dB
<input type="checkbox"/> Azimuth Angle	72.1 Deg	<input type="checkbox"/> VSWR LNA	2.0
<input type="checkbox"/> Polarization Sense	Linear	<input type="checkbox"/> Sidelobe Constant	32.0 dBi
<input type="checkbox"/> Ant. Efficiency (Tr)	.65	<input type="checkbox"/> Peak Ant. Gain (Tr)	41.9 dBi
<input type="checkbox"/> Ant. Efficiency (Rx)	.65	<input type="checkbox"/> Peak Ant. Gain (Rx)	38.0 dBi

ESIS Database - User Specified - LST Calculated

Frequencies Assumed: 6.1400 / 3.9150
 Current Satellite Location: 317.00 °E

Return Accept and Save to LST plan Copy ES Cancel Write into Local ES DB

Figura N° 28: “Parámetros de la estación remota satelital en Purús”

Fuente: Lease Transmission Plan

3. Luego de ingresar todos los datos, se hace el cálculo de las características del enlace, se hace tomando en cuenta objetivos como: portadora tipo, FEC, Eb/No, BER, velocidad de transmisión y modulación. En la Figura 29 se indica las especificaciones de la portadora (Nodo Puerto Esperanza – HUB Estación Telefónica)

Digital Carrier Definition

Select From Available Products & Modems...

Carrier Type	? TURBO	Information Rate	2048.0	kbits/s
Performance (BER)		Alloc. BW	a= .40	1.2743 MHz
FEC Code Rate	3/4 .7500	Noise BW		.9102 MHz
R-S Code Rate	n= N/A k= N/A	Min Uplink Rain Margin:	1.00	dB
Overhead	.0 % .0000 kbits/s	Min Dnlink Degrad. Margin:	.00	dB
Modulation	8-Phase	Total Availability		% yr
Eb/No Threshold	6.0			% yr
C/N Threshold	9.5			% yr
U/L Carrier Center Freq.	6121.00000	Transmit ES Code	*** SLAVE	Edit ES
Car/Link	1 Act. Fact. 100 %	Receive ES Code	*** MASTER	Edit ES

Link: 1 2 2

Return Accept Copy Cancel

- User Specified
 - LST Calculated

Figura N° 29: “Especificaciones de la portadora”

Fuente: Lease Transmission Plan

4. Resultados del enlace. Finalmente, el LTS 5 presenta la información calculada en formato Excel de Microsoft Office (ver Anexo N° 5). En la Figura N° 30 se indica el resultado del enlace satelital.



Figura N° 30: “Resultado del enlace”

Fuente: Lease Transmission Plan

5. A continuación se muestra en la Figura N° 31 el resultado de la potencia requerida por la parte remota para poder establecer el enlace Satelital.

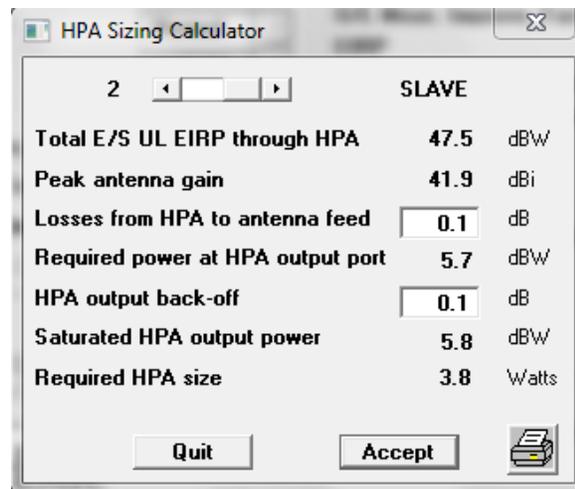


Figura N° 31: “Resultado de la potencia requerida”

Fuente: Lease Transmission Plan

4.7 Diseño enlace microondas

Como se muestra en la Tabla N° 20 los parámetros usados para el cálculo de los enlaces microondas desde el nodo principal de Puerto Esperanza hacia los nodos secundarios de San Bernardo, Cantagallo y San Marcos fueron obtenidos de la información de los datasheet que se tomaron como referencia (Ver Anexo N° 11, N° 12 y N° 13)

Para simular los radioenlaces se hará uso del software Radio Mobile.

Tabla N° 20: “Parámetros usados para el enlace microondas”

Fuente: Elaboración Propia

Equipo	Tipo de enlace	Caraterística	
Antena	Punto a Punto	Canalización de Ancho de Banda	10 Mhz
		Frecuencia	2410 - 2420 Mhz
		Potencia Tx	26 dBm
		Dimensiones	30x30x10 cm
		Ganancia	23 dBi
		Modulación	BPDK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM

En la Figura N° 25 mostrada anteriormente se agregó la descripción de los enlaces microondas punto-punto, como se muestra, en la ahora, Figura N° 32.

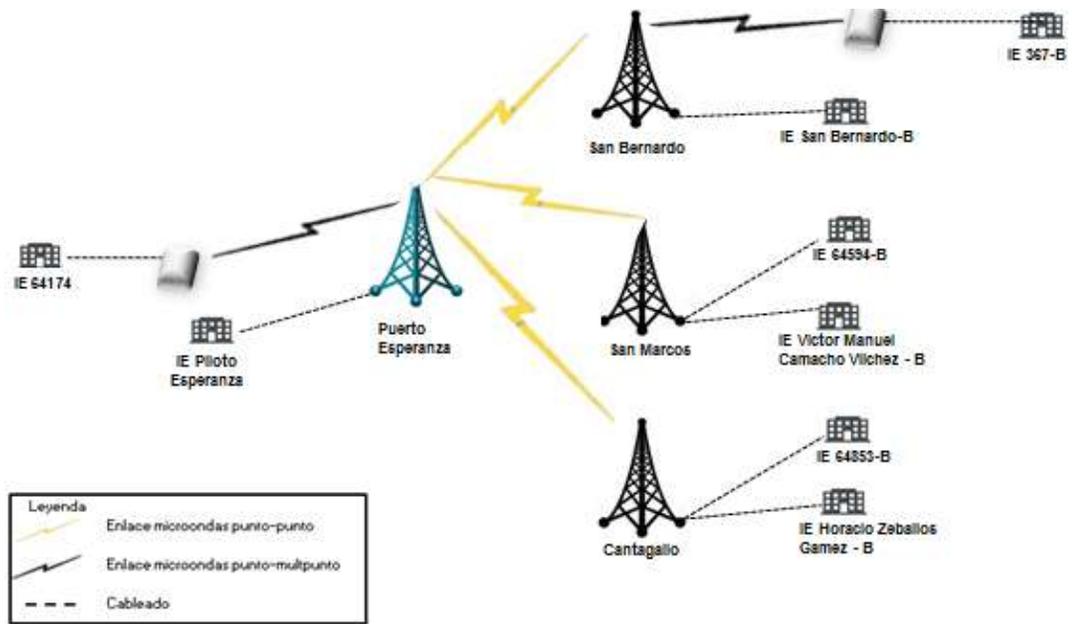


Figura N° 32: “Enlaces punto-punto”

Fuente: Elaboración propia

4.7.1 Nodo Principal de Puerto Esperanza – Nodo Secundario de San Bernardo

En las Figuras N° 33, N° 34, N° 35 y N° 36 se ve que el enlace entre el Nodo Principal Puerto Esperanza – Nodo Secundario de San Bernardo se estableció haciendo uso correcto de los parámetros de la Tabla N° 20.



Figura N° 33: “Simulación de línea de vista nodo Puerto Esperanza – San Bernardo”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

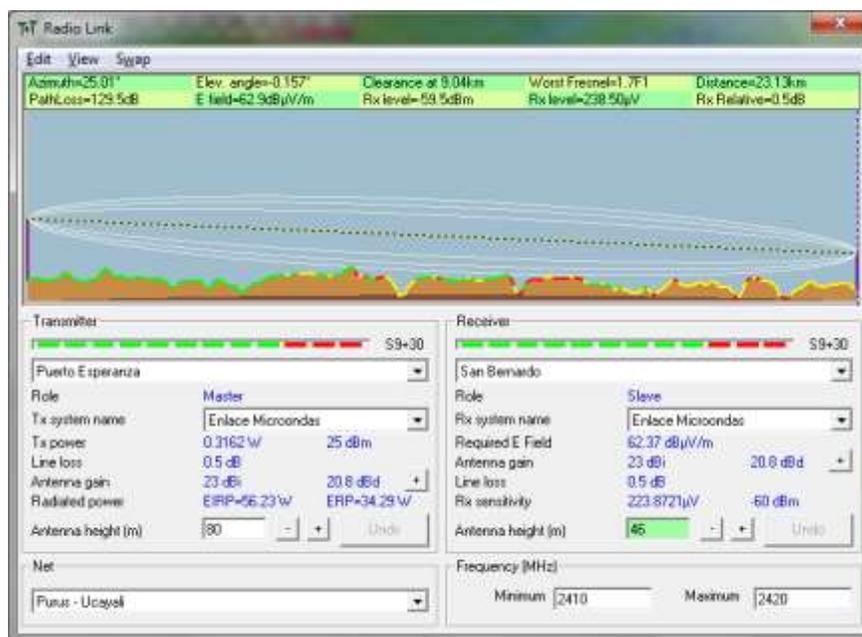


Figura N° 34: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza – San Bernardo”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile



Figura N° 35: “Simulación enlace nodo San Bernardo - Puerto Esperanza”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

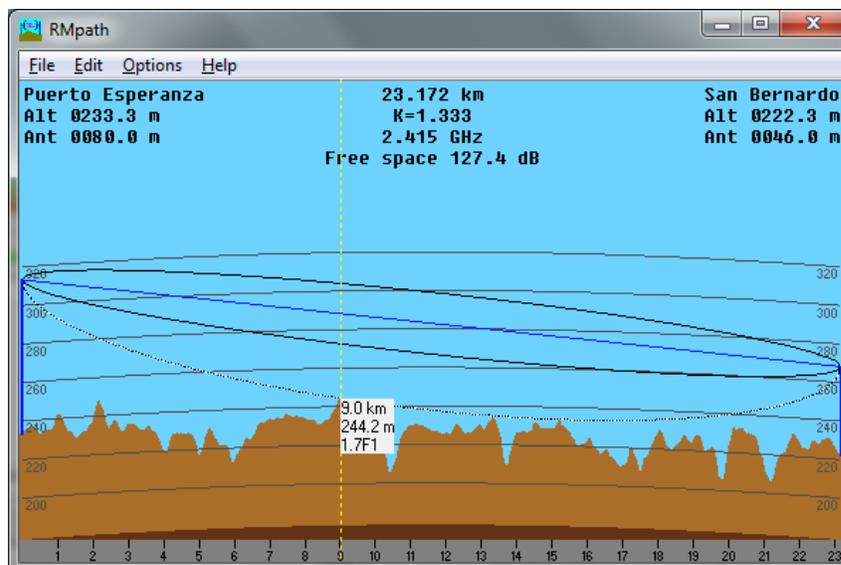


Figura N° 36: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo Puerto Esperanza – San Bernardo”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

4.7.1.1 Enlace San Bernardo – IE 64176 B

En las Figuras N° 37, N° 38, N° 39 y N° 40 se ve que el enlace entre el nodo San Bernardo – IE 64176 B se estableció haciendo uso correcto de los parámetros de la Tabla N° 20.

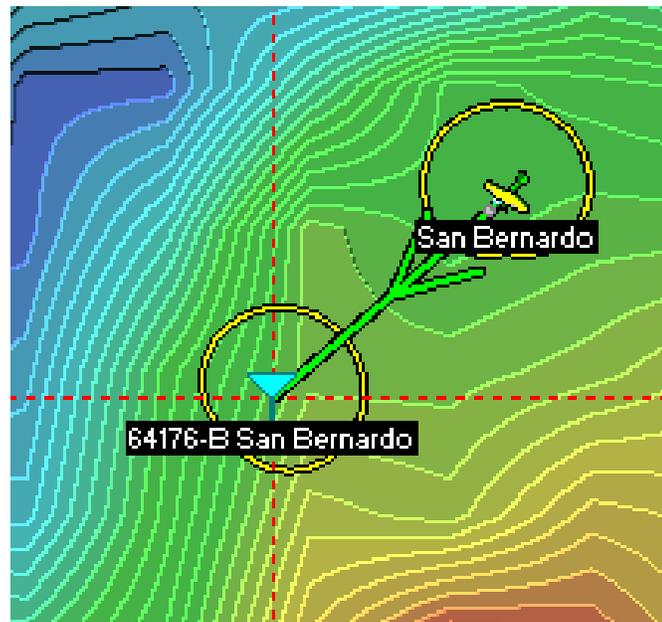


Figura N° 37: “Simulación de línea de vista nodo San Bernardo – IE 64176 B”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile



Figura N° 38: “Simulación enlace nodo San Bernardo - IE 64176 B”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile



Figura N° 39: “Simulación enlace IE 64176 B - nodo San Bernardo”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

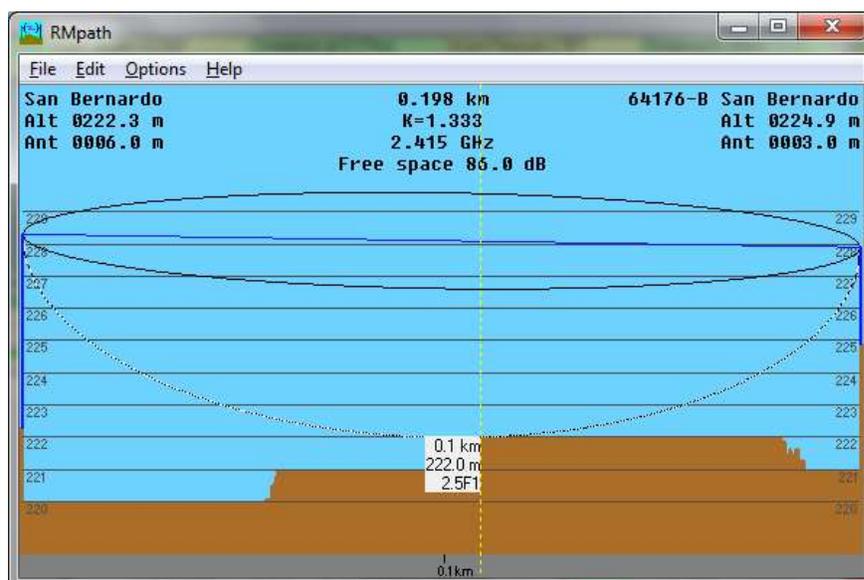


Figura N° 40: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo San Bernardo–IE 64176-B”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

4.7.2 Nodo Principal de Puerto Esperanza – Nodo Secundario de San Marcos

En las Figuras N° 41, N° 42, N° 43 y N° 44 se ve que el enlace entre el Nodo Principal de Puerto Esperanza – Nodo Secundario de San Marcos se estableció haciendo uso correcto de los parámetros de la Tabla N° 20.

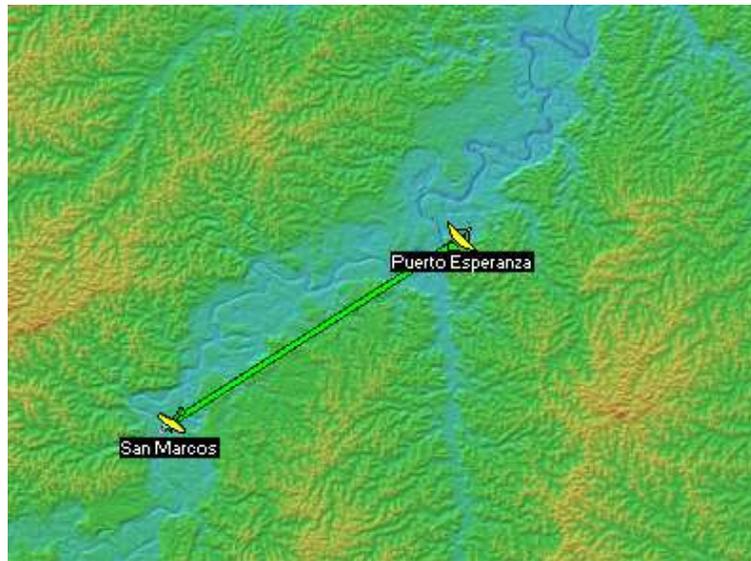


Figura N° 41: “Simulación de línea de vista enlace nodo Puerto Esperanza – San Marcos”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile



Figura N° 42: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza – San Marcos”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile



Figura N° 43: “Simulación enlace nodo San Marcos - Puerto Esperanza”
 Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

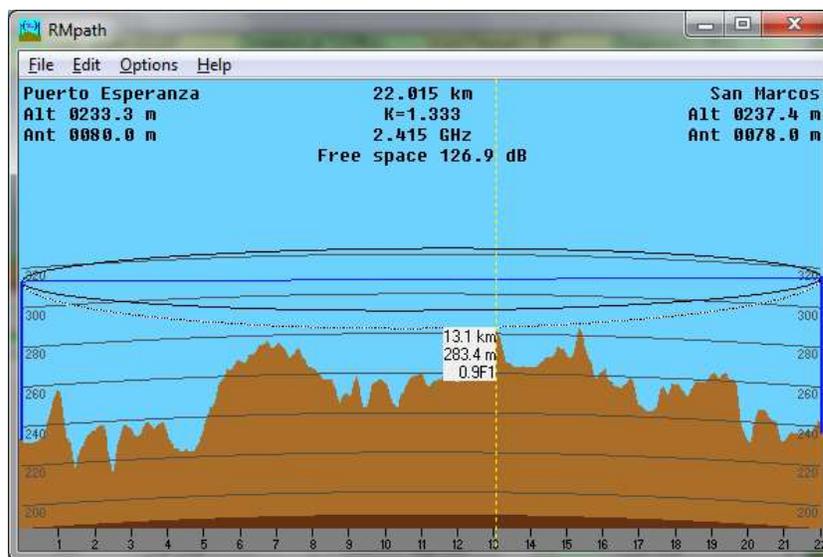


Figura N° 44: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo San Marcos - Puerto Esperanza”
 Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

4.7.3 Nodo Principal de Puerto Esperanza – Nodo Secundario de Cantagallo

En las Figuras N° 45, N° 46, N° 47 y N° 48 se ve que el enlace entre el Nodo Principal de Puerto Esperanza – Nodo Secundario de San Marcos se estableció haciendo uso correcto de los parámetros de la Tabla N° 20.



Figura N° 45: “Simulación de línea de vista enlace nodo Puerto Esperanza - Cantagallo”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

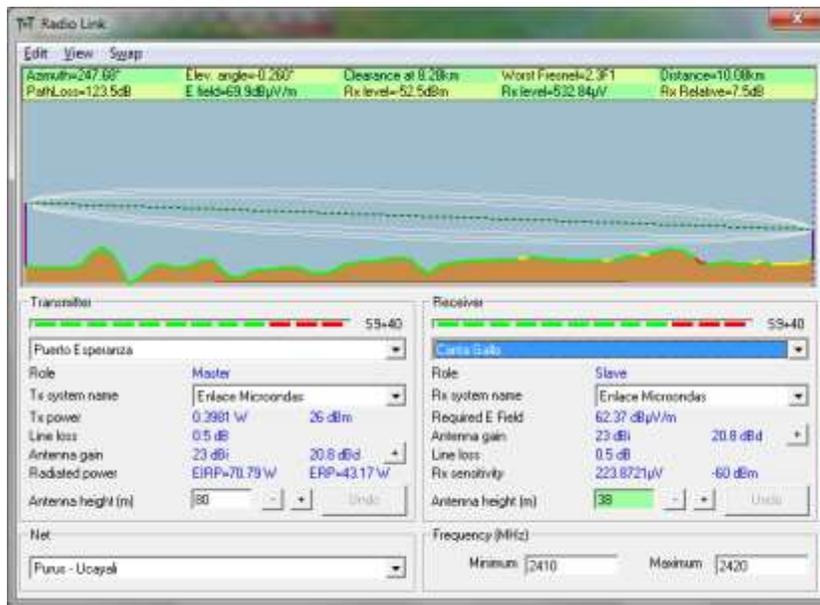


Figura N° 46: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza – Cantagallo”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

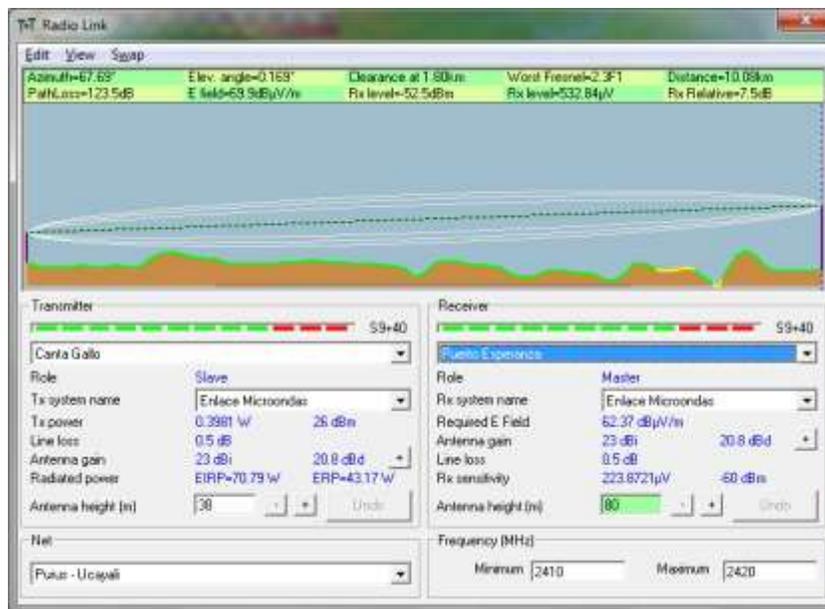


Figura N° 47: “Simulación enlace nodo Cantagallo - Puerto Esperanza”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

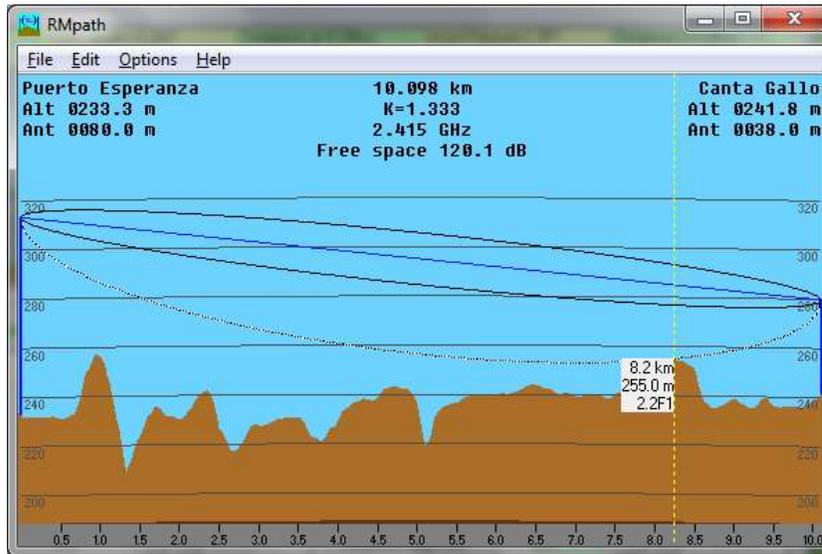


Figura N° 48: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo Puerto Esperanza – Cantagallo”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

4.7.4 Nodo Principal Puerto Esperanza – IE 64174

En las Figuras N° 49, N° 50, N° 51 y N° 52 se ve que el enlace entre el Nodo Principal Puerto Esperanza – IE 64174 se estableció haciendo uso correcto de los parámetros de la Tabla N° 20.



Figura N° 49: “Simulación de línea de vista enlace nodo Puerto Esperanza – IE 64174”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile



Figura N° 50: “Simulación enlace nodo Puerto Esperanza – IE 64174”

Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile



Figura N° 51: “Simulación enlace nodo IE 64174 - Puerto Esperanza”
Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

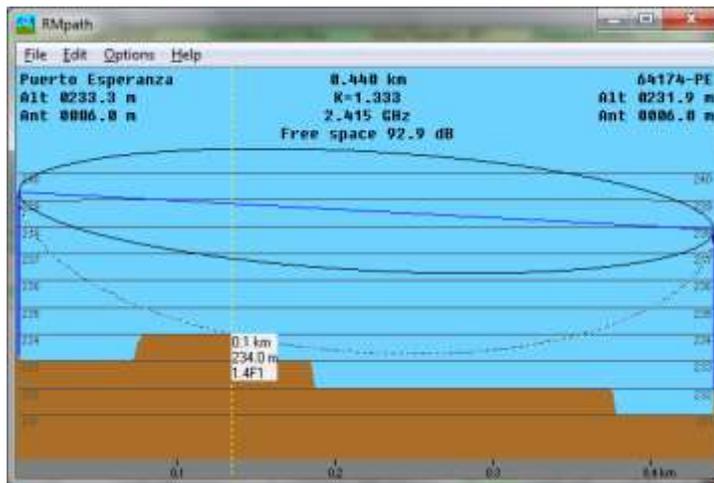


Figura N° 52: “Simulación zona de Fresnel enlace nodo San Marcos - Puerto Esperanza”
Fuente: Elaboración Propia – Radio Mobile

La configuración de los parámetros para los enlaces se puede ver en el Anexo N° 6

4.8 Diseño red de datos

En la Figura N° 53 se muestra el diseño de la red de ratos WAN y LAN de este proyecto, incluyendo la parte microondas.

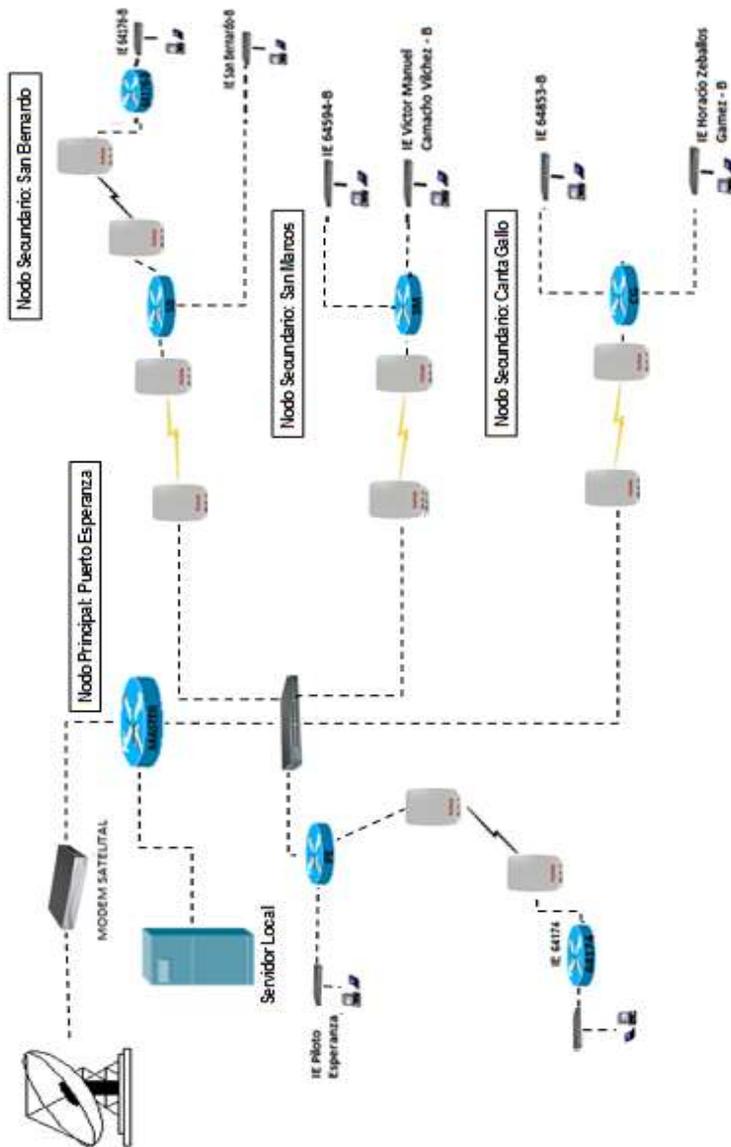


Figura N° 53: “Diseño de la red de ratos WAN y LAN”

Fuente: Elaboración Propia

La red comienza desde el router MASTER que viene que ser el router conectado al modem satelital que recepciona los 2 Mbps de ancho de banda del enlace satelital, aquí se conecta el servidor local que recibirá y almacenada todo el material educativo enviada desde el MINEDU, a este servidor se le asignará una IP privada para que tanto docentes como alumnos pueden acceder a ella mediante las laptops.

La red consta de tres redes WAN, para poder establecer la primera red WAN que incluye el router MASTER y los router: PE (Puerto Esperanza), SB (San Bernardo), SM (San Marcos) y CG (Cantagallo) se usarán VLANs las cuales serán enrutadas desde el router MASTER y configuradas en el switch administrable.

La segunda red WAN incluye el router PE y 64174 (IE 6474) y la tercera red WAN incluye el router SB y 64176-B (IE 64176-B). A continuación en la Tabla N° 21 se muestra el direccionamiento IP de las redes WAN y las VLAN asignadas.

Tabla N° 21: "Redes WAN"

Fuente: Elaboración Propia

	Enlace	Red	VLAN
WAN 1	MASTER → PE	192.168.1.0/30	VLAN 1
	MASTER → SB	192.168.1.4/30	VLAN 2
	MASTER → SM	192.168.1.8/30	VLAN 3
	MASTER → CG	192.168.1.12/30	VLAN 4
WAN 2	PE → 64174	192.168.2.0/30	-
WAN 3	SB → 64176-B	192.168.3.0/30	-

Para la administración de los microondas y del switch se usará el direccionamiento IP mostrado en la Tabla N° 22.

Tabla N° 22: “Redes: administración de microondas”
Fuente: Elaboración Propia

	RED	VLAN
Microondas WAN 1	192.168.1.16/28	VLAN 5
Microondas WAN 2	192.168.1.16/28	-
Microondas WAN 3	192.168.1.16/28	-
Administracion del sw	192.168.1.32/28	VLAN 6
Servidor	192.1.6.100/30	-

Finalmente para la parte LAN se usarán las redes que se muestran en la Tabla N° 23, teniendo en consideración que el total de laptops por institución educativa será dependiendo del número de alumnos y docente.

Tabla N° 23: “Redes LAN”
Fuente: Elaboración Propia

LAN	RED	Institucion Educativa
LAN 1	192.168.10.0/27	IE Piloto Esperanza
LAN 2	192.168.11.0/27	IE 64174
LAN 3	192.168.12.0/28	IE 64176-B
LAN 4	192.168.13.0/28	IE San Bernardo-B
LAN 5	192.168.14.0/29	IE 64594-B
LAN 6	192.168.15.0/29	IE Victor Manuel Camacho Vilchez-B
LAN 7	192.168.16.0/30	IE 64853
LAN 8	192.168.17.0/30	IE Horacio Zeballos Gamez-B

4.9 Análisis de Operación y Mantenimiento

Considerando que se trata de un proyecto para el ámbito rural y con sentido social, es un punto importante a evaluar un plan de Operación y Mantenimiento de la red, de manera que se pueda llevar un correcto control de la red y de las

posibles fallas que este pudiera presentar en el día a día y a su vez proponer un método de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.

Es importante recalcar que estos puntos deben ser evaluados considerando que un ente administrativo debe ser el que se encargue de controlar que una vez hecha la instalación de la red se cumpla con lo propuesto.

4.9.1 Administración de la red

Es importante considerar que un proyecto no puede llegar a ser exitoso si no se tiene una correcta administración. Por este motivo es necesario proponer un ente administrativo que pueda controlar el contenido de la información de la red y a su vez brindar el mantenimiento técnico necesario que permita a la red trabajar a su máximo potencial.

Dado que el público objetivo de este proyecto es el sector educativo conformado tanto por profesores y alumnos, se considera como un posible administrador a la UGEL Purús quienes como Unidad de Gestión Educativa local son los más indicados para llevar un control del contenido educativo.

A su vez, se necesita a un ente encargado de velar por el soporte técnico del sistema de manera que este se desempeñe correctamente y con las menores fallas posibles. Para este caso, se debe abogar por trabajar con una entidad como el Municipio de la localidad quienes se desempeñarían como encargados de administrar al personal encargado del soporte técnico, además de velar para que se cumplan las rondas de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.

4.9.2 Operación de la red

Para el correcto funcionamiento de la red es importante tener en cuenta el buen mantenimiento de los equipos que conforman la red de manera que se pueda asegurar su buen aprovechamiento por parte de los usuarios y su conservación en el tiempo.

Para lograr un buen desempeño y control de la red es recomendable el manejo de reportes mensuales que deben ser realizados por los técnicos de mantenimiento de la red. Estos reportes deben hacerse llegar a la entidad encargada del soporte, en este caso al municipio de la localidad.

Además cabe recalcar que un indicador importante del desempeño de la red, es el usuario, quien al detectar un problema en algún equipo del sistema o en el desempeño de la red, debe de reportarlo para que el encargado del soporte técnico pueda solucionarlo.

Dado que los usuarios son los que interactúan con las estaciones clientes, es necesario establecer que estos equipos, tanto de cómputo como de red, no deben ser manipulados por ellos, evitando en todo momento que cualquier maniobra en los componentes de los equipos pueda causar alguna avería en ellos. Por lo que, solo es permitido que el personal técnico sea quienes puedan manipular cualquier equipo del sistema.

4.9.3 Mantenimiento de la red

Para el mantenimiento de la red, las instituciones beneficiarias serán las encargadas de planificar y gestionar las actividades de mantenimiento de la red.

Para poder explicar mejor el tipo de mantenimiento a realizar en una red de este tipo se evaluarán dos aspectos: el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

4.9.3.1 Mantenimiento Preventivo

En el mantenimiento preventivo del sistema se debe evaluar dos niveles: el primero concierne a las tareas básicas que debe realizar personal encargado de mantenimiento básico sin preparación técnica necesaria, estas tareas son las que se llevan a cabo con mayor frecuencia y el segundo involucra a las actividades de mayor complejidad pero que se realizan con menos frecuencia, que son hechas por el personal técnico.

Entre los trabajos de mantenimiento preventivo a realizar se encuentran:

1. Actividades del personal de mantenimiento básico:

- Mantenimiento de pozos de puesta a tierra. Actividad de frecuencia mensual, para la cual se debe realizar el vertido de agua a los pozos.
- Mantenimiento de vientos y ferretería de torre. Corresponde principalmente a realizar limpieza de la maleza, el engrase de la ferretería y la verificación de tensión de los vientos. Actividad de frecuencia bimestral.
- Mantenimiento de equipos y ambiente de trabajo. Corresponde a la limpieza que se debe hacer a los equipos y el ambiente de trabajo donde se encuentren.

2. Actividades de los técnicos:

Actividades para realizarse semestralmente, pero también pueden ser efectuadas cuando se necesite la visita del personal técnico debido a alguna avería. Entre estas actividades se encuentran:

- Mantenimiento de Sistema Informático. Revisión de funcionamiento y configuración de las computadoras.
- Capacitación. Refuerzo de los usuarios y del personal técnico de mantenimiento.
- Mantenimiento de vientos y ferretería de torre. Verificación y corrección del estado de los vientos y ferretería.
- Mantenimiento del Sistema Radiante. Medición de potencia de las antenas, así como su limpieza y revisión de conectores. Y cada 5 años el reemplazo de cables coaxiales y de las antenas.
- Revisión del Sistema de Puesta a Tierra. Medición de la resistencia de los pozos de puesta a tierra.

4.9.3.2 Mantenimiento Correctivo

Dentro del mantenimiento correctivo, el principal proceso es la notificación y atención de averías. Para este proceso se debe considerar un orden lógico y secuencial de eventos:

1. Reporte y detección de averías:

Cuando los usuarios detecten fallas ocurridas en el sistema deberán comunicarlo al personal técnico a través de un reporte. Una vez que el técnico encargado reciba el reporte, deberá brindar asesoría remota para ayudar al usuario a solucionar el problema. En caso de no lograr una solución, el personal técnico hará las coordinaciones necesarias para enviar al personal especialista a resolver el problema.

2. Atención de averías:

Cuando se haya programado la visita del personal técnico en el colegio, se recomienda que el personal técnico lleve herramientas y algunos repuestos (según el problema reportado). Todas las actividades realizadas en la atención de averías deberán ser registradas en un informe que será entregado al Municipio o entidad administradora para que lleve un control exacto de lo realizado en el colegio.

4.9.4 Presupuesto

Para poder tener una visión más clara del presupuesto aproximado de este proyecto se valuarán 2 puntos importantes: Costos de Equipos e Infraestructura; así como Costos de Operación y Mantenimiento. En todos los puntos a analizar se está considerando el tipo de cambio en S/. 3.2.

4.9.4.1 Costos de Equipos e Infraestructura

La red de este diseño presenta 5 etapas (Nodo Puerto Esperanza, Nodo San Bernardo, Nodo San Marcos, Nodo Cantagallo y Pruebas de operatividad y Equipos), por lo que el análisis de costos se hará para cada etapa.

4.9.4.1.1 Nodo Puerto Esperanza

En este caso se han dividido los costos en 3 categorías: Equipos de Telecomunicaciones, Sistema de Energía y Protección Eléctrica y Transporte, Obra Civil e Instalación. Los precios para cada categoría se indican en las Tablas N° 24, N° 25 y N° 26. Dando un total de inversión de S/. 396,724.21 (Tabla N° 27)

Tabla N° 24: “Nodo Puerto Esperanza – Equipos de telecomunicaciones”

Fuentes: Elaboración Propia

EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES			
Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Antena Satelital	1	S/. 7,744.00	S/. 7,744.00
BUC	2	S/. 2,000.00	S/. 4,000.00
LNB	2	S/. 729.60	S/. 1,459.20
Modem Satelital	2	S/. 20,000.00	S/. 40,000.00
Router para enlace satelital	2	S/. 4,726.40	S/. 9,452.80
Servidor	2	S/. 1,610.17	S/. 3,220.34
Tarjeta WIC	1	S/. 960.00	S/. 960.00
Switch Administrable	2	S/. 1,355.93	S/. 2,711.86
Switch	3	S/. 296.61	S/. 889.83
Antena Microondas (Punto a Punto)	6	S/. 2,560.00	S/. 15,360.00
Router nodo Puerto Esperanza	3	S/. 4,726.40	S/. 14,179.20
		SUB. TOTAL :	S/. 99,977.23
		IGV (18%) :	S/. 17,995.90
		TOTAL :	S/. 117,973.13

Tabla N° 25: “Nodo Puerto Esperanza – Sistema de energía y protección eléctrica”

Fuentes: Elaboración Propia

SISTEMA DE ENERGÍA Y PROTECCIÓN ELÉCTRICA			
Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Sistema de Energía. Incluye: * 35 und. Módulos Fotovoltaicos 12Vdc 140Wp * 2 und Soporte de Módulos Fotovoltaicos (3 paneles c/u) * 2 und Controlador de carga * 11 und Baterías de aplicación Fotovoltaica	1	S/. 37,355.62	S/. 37,355.62
Instalación Kit Pozo a Tierra, mantenimiento, certificado	5	S/. 915.25	S/. 4,576.27
SUB. TOTAL :			S/. 41,931.89
IGV (18%) :			S/. 7,547.74
TOTAL :			S/. 49,479.63

Tabla N° 26: “Nodo Puerto Esperanza – Transporte, obra civil e instalación”

Fuentes: Elaboración Propia

TRANSPORTE, OBRA CIVIL E INSTALACIÓN			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Torre autoportada 82m + accesorios de montaje	1	S/. 157,440.00	S/. 157,440.00
Montaje de torre autoportada	1	S/. 4,800.00	S/. 4,800.00
Instalación antena satelital	1	S/. 5,760.00	S/. 5,760.00
Instalación antena microondas punto a punto	5	S/. 2,880.00	S/. 14,400.00
Cableado de red, energía y tierra	5	S/. 384.00	S/. 1,920.00
Configuración de switches	1	S/. 460.80	S/. 460.80
Configuración de router	3	S/. 460.80	S/. 1,382.40
Cableado estructurado	2	S/. 2,000.00	S/. 4,000.00
Equipo de climatización	1	S/. 423.73	S/. 423.73
Montaje de mastil de 6m	1	S/. 240.00	S/. 240.00
Instalación de rack	3	S/. 592.00	S/. 1,776.00
SUB. TOTAL :			S/. 192,602.93
IGV (18%) :			S/. 34,668.53
TOTAL :			S/. 227,271.46

Tabla N° 27: “Presupuesto total Nodo Puerto Esperanza”

Fuentes: Elaboración Propia

PREPUESTO TOTAL NODO PUERTO ESPERANZA	
	TOTAL
Total Equipos Telecomunicaciones	S/. 117,973.13
Total Sistema de Energía y Protección Eléctrica	S/. 49,479.63
Total Transporte, Obra Civil e Instalación	S/. 227,271.46
Otros y/o gastos adicionales	S/. 2,000.00
Total nodo Puerto Esperanza	S/. 396,724.21

4.9.4.1.2 Nodo San Bernardo

En este caso se han dividido los costos en 3 categorías: Equipos de Telecomunicaciones, Sistema de Energía y Protección Eléctrica y Transporte, Obra Civil e Instalación. Los precios para cada categoría se indican en las Tablas N° 28, N° 29 y N° 30. Dando un total de inversión de S/. 64,214.83 (Tabla N° 31)

Tabla N° 28: “Nodo San Bernardo – Equipos de telecomunicaciones”

Fuentes: Elaboración Propia

EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES			
Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Swicth	2	S/. 296.61	S/. 593.22
Antena Microondas (Punto a Punto)	3	S/. 2,560.00	S/. 7,680.00
Tarjeta WIC	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Router nodo San Bernardo	2	S/. 4,726.40	S/. 9,452.80
SUB. TOTAL :			S/. 20,226.02
IGV (18%) :			S/. 3,640.68
TOTAL :			S/. 23,866.70

Tabla N° 29: “Nodo San Bernardo – Sistema de energía y protección eléctrica”

Fuentes: Elaboración Propia

SISTEMA DE ENERGÍA Y PROTECCIÓN ELÉCTRICA			
Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Sistema de Energía. Incluye: * 6 und. Módulos Fotovoltaicos 12Vdc 140Wp * 2 und Soporte de Módulos Fotovoltaicos (3 paneles c/u) * 2 und Controlador de carga * 5 und Baterías de aplicación Fotovoltaica	1	S/. 10,882.30	S/. 10,882.30
Instalación Kit Pozo a Tierra, mantenimiento, certificado	2	S/. 915.25	S/. 1,830.51
SUB. TOTAL :			S/. 12,712.81
IGV (18%) :			S/. 2,288.31
TOTAL :			S/. 15,001.12

Tabla N° 30: “Nodo San Bernardo – Transporte, obra civil e instalación”

Fuentes: Elaboración Propia

TRANSPORTE, OBRA CIVIL E INSTALACIÓN			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Torre 48m Ventada 1" x 2mm Incluye accesorios de montaje	1	S/. 3,840.00	S/. 3,840.00
Montaje de torre Ventada	1	S/. 1,920.00	S/. 1,920.00
Instalación antena microondas punto a punto	2	S/. 2,880.00	S/. 5,760.00
Cableado de red, energia y tierra	5	S/. 384.00	S/. 1,920.00
Configuración de router	2	S/. 460.80	S/. 921.60
Cableado estructurado	2	S/. 2,000.00	S/. 4,000.00
Montaje de mastil de 6m	1	S/. 240.00	S/. 240.00
Instalación de rack	2	S/. 592.00	S/. 1,184.00
SUB. TOTAL :			S/. 19,785.60
IGV (18%) :			S/. 3,561.41
TOTAL :			S/. 23,347.01

Tabla N° 31: “Presupuesto total Nodo San Bernardo”

Fuente: Elaboración Propia

PREPUESTO TOTAL NODO SAN BERNARDO	
	TOTAL
Total Equipos Telecomunicaciones	S/. 23,866.70
Total Sistema de Energía y Protección Eléctrica	S/. 15,001.12
Total Transporte, Obra Civil e Instalación	S/. 23,347.01
Otros y/o gastos adicionales	S/. 2,000.00
Total nodo Puerto Esperanza	S/. 64,214.83

4.8.4.1.3 Nodo San Marcos

En este caso se han dividido los costos en 3 categorías: Equipos de Telecomunicaciones, Sistema de Energía y Protección Eléctrica y Transporte, Obra Civil e Instalación. Los precios para cada categoría se indican en las Tablas 32, 33, 34. Dando un total de inversión de S/. 48,660.31 (Tabla N° 35)

Tabla N° 32: “Nodo San Marcos – Equipos de telecomunicaciones”

Fuente: Elaboración Propia

EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES			
Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Swiath	2	S/. 296.61	S/. 593.22
Antena Microondas (Punto a Punto)	1	S/. 2,560.00	S/. 2,560.00
Router nodo San Marcos	1	S/. 4,726.40	S/. 4,726.40
SUB. TOTAL :			S/. 7,879.62
IGV (18%) :			S/. 1,418.33
TOTAL :			S/. 9,297.95

Tabla N° 33: “Nodo San Marcos – Sistema de energía y protección eléctrica”

Fuente: Elaboración Propia

SISTEMA DE ENERGÍA Y PROTECCIÓN ELÉCTRICA			
Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Sistema de Energía. Incluye: * 12 und. Módulos Fotovoltaicos 12Vdc 140Wp * 2 und Soporte de Módulos Fotovoltaicos (3 paneles c/u) * 2 und Controlador de carga * 4 und Baterías de aplicación Fotovoltaica	1	S/. 13,563.71	S/. 13,563.71
Instalación Kit Pozo a Tierra, mantenimiento, certificado	2	S/. 915.25	S/. 1,830.51
SUB. TOTAL :			S/. 15,394.22
IGV (18%) :			S/. 2,770.96
TOTAL :			S/. 18,165.18

Tabla N° 34: “Nodo San Marcos – Transporte, obra civil e instalación”

Fuente: Elaboración Propia

TRANSPORTE, OBRA CIVIL E INSTALACIÓN			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Torre 78m Ventada 1" x 2mm. Incluye accesorios de montaje	1	S/. 6,240.00	S/. 6,240.00
Montaje de torre Ventada	1	S/. 3,120.00	S/. 3,120.00
Instalación antena microondas punto a punto	1	S/. 2,880.00	S/. 2,880.00
Cableado de red, energía y tierra	1	S/. 384.00	S/. 384.00
Cableado estructurado	2	S/. 1,000.00	S/. 2,000.00
Configuración de router	1	S/. 460.80	S/. 460.80
Instalación de rack	2	S/. 592.00	S/. 1,184.00
SUB. TOTAL :			S/. 16,268.80
IGV (18%) :			S/. 2,928.38
TOTAL :			S/. 19,197.18

Tabla N° 35: “Presupuesto total Nodo San Marcos”

Fuente: Elaboración Propia

PREPUESTO TOTAL NODO SAN MARCOS	
	TOTAL
Total Equipos Telecomunicaciones	S/. 9,297.95
Total Sistema de Energía y Protección Eléctrica	S/. 18,165.18
Total Transporte, Obra Civil e Instalación	S/. 19,197.18
Otros y/o gastos adicionales	S/. 2,000.00
Total nodo Puerto Esperanza	S/. 48,660.31

4.8.4.1.4 Nodo Cantagallo

En este caso se han dividido los costos en 3 categorías: Equipos de Telecomunicaciones, Sistema de Energía y Protección Eléctrica y Transporte, Obra Civil e Instalación. Los precios para cada categoría se indican en las Tablas N° 36, N° 37 y N° 38. Dando un total de inversión de S/. 50,049.73 (Tabla N° 39)

Tabla N° 36: “Nodo Cantagallo – Equipos de telecomunicaciones”

Fuente: Elaboración Propia

EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES			
Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Swiath	2	S/. 296.61	S/. 593.22
Antena Microondas (Punto a Punto)	1	S/. 2,560.00	S/. 2,560.00
Tarjeta WIC	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Router nodo San Marcos	1	S/. 4,726.40	S/. 4,726.40
SUB. TOTAL :			S/. 10,379.62
IGV (18%) :			S/. 1,868.33
TOTAL :			S/. 12,247.95

Tabla N° 37: Nodo Cantagallo – Sistema de energía y protección eléctrica

Fuente: Elaboración Propia

SISTEMA DE ENERGÍA Y PROTECCIÓN ELÉCTRICA			
Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Sistema de Energía. Incluye: * 11 und. Módulos Fotovoltaicos 12Vdc 140Wp * 2 und Soporte de Módulos Fotovoltaicos (3 paneles c/u) * 2 und Controlador de carga * 4 und Baterías de aplicación Fotovoltaica	1	S/. 13,448.64	S/. 13,448.64
Instalación Kit Pozo a Tierra, mantenimiento, certificado	2	S/. 915.25	S/. 1,830.51
SUB. TOTAL :			S/. 15,279.15
IGV (18%) :			S/. 2,750.25
TOTAL :			S/. 18,029.40

Tabla N° 38: “Nodo Cantagallo – Transporte, obra civil e instalación”

Fuente: Elaboración Propia

TRANSPORTE, OBRA CIVIL E INSTALACIÓN			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Torre 75m Ventada 1" x 2mm. Incluye accesorios de montaje	1	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00
Montaje de torre Ventada	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
Instalación antena microondas punto a punto	1	S/. 2,880.00	S/. 2,880.00
Cableado de red, energía y tierra	1	S/. 384.00	S/. 384.00
Cableado estructurado	2	S/. 1,000.00	S/. 2,000.00
Configuración de Router	1	S/. 460.80	S/. 460.80
Instalación de rack	2	S/. 592.00	S/. 1,184.00
SUB. TOTAL :			S/. 15,908.80
IGV (18%) :			S/. 2,863.58
TOTAL :			S/. 18,772.38

Tabla N° 39: “Presupuesto total Nodo Cantagallo”

Fuente: Elaboración Propia

PREPUESTO TOTAL NODO CANTAGALLO	
	TOTAL
Total Equipos Telecomunicaciones	S/. 12,247.95
Total Sistema de Energía y Protección Eléctrica	S/. 18,029.40
Total Transporte, Obra Civil e Instalación	S/. 18,772.38
Otros y/o gastos adicionales	S/. 1,000.00
Total nodo Puerto Esperanza	S/. 50,049.73

4.8.4.1.5 Gastos de operatividad, pago al personal y adquisición de laptops

Los precios para cada categoría se indican en las Tablas N° 40, N° 41 y N° 42. Dando un total de inversión de (Tabla N° 43)

Tabla N° 40: “Gastos Operatividad”

Fuente: Elaboración Propia

Prueba de operatividad			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Pruebas SAT del sistema	1	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00
		SUB. TOTAL :	S/. 3,200.00
		IGV (18%) :	S/. 576.00
		TOTAL :	S/. 3,776.00

Tabla N° 41: “Pago del personal”

Fuentes: Elaboración Propia

Pago del Personal			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Pago al personal de limpieza	3	S/. 850.00	S/. 2,550.00
Pago al programador del aplicativo por su mantenimiento	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
Pago al proyectista	2	S/. 3,500.00	S/. 7,000.00
Pago a técnicos	10	S/. 1,800.00	S/. 18,000.00
Pago al ingeniero de planta	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
SUB. TOTAL :			S/. 31,550.00
IGV (18%) :			S/. 5,679.00
TOTAL :			S/. 37,229.00

Tabla N° 42: “Adquisición de laptops”

Fuentes: Elaboración Propia

Adquisición de laptops			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Laptop	110	S/. 800.00	S/. 88,000.00
SUB. TOTAL :			S/. 88,000.00
IGV (18%) :			S/. 15,840.00
TOTAL :			S/. 103,840.00

Tabla N° 43: “Presupuesto total”

Fuentes: Elaboración Propia

Presupuesto total	
	TOTAL
PREPUESTO TOTAL NODO PUERTO ESPERANZA	S/. 396,724.21
PREPUESTO TOTAL NODO SAN BERNARDO	S/. 64,214.83
PREPUESTO TOTAL NODO SAN MARCOS	S/. 48,660.31
PREPUESTO TOTAL NODO CANTAGALLO	S/. 50,049.73
PRUEBA DE OPERATIVIDAD	S/. 3,776.00
PAGO DEL PERSONAL	S/. 37,229.00
ADQUISICIÓN DE LAPTOPS	S/. 103,840.00
	S/. 704,494.09

En total el costo de Equipos e Infraestructura de Telecomunicaciones para la presente tesis, considerando equipos de respaldo asciende a S/. 704,494.09

4.9.5 Operación y Mantenimiento

En el rubro de Operación y Mantenimiento se consideran los gastos operativos de mantener en funcionamiento la red, la cual está prevista para los 3 años después de haberse ejecutado el proyecto, así como las medidas y verificaciones periódicas que se debe realizar al sistema para que este se mantenga funcionando en óptimas condiciones, evitando así fallas en los equipos y en el sistema eléctrico, como se ve en la Tabla N° 44. En la Tabla N° 45, se puede ver los gastos que se tendrán que realizar a los cuatro años de funcionamiento de la red, debido a que el tiempo de vida teórico de los equipos en telecomunicaciones es de 5 años, sin embargo en la práctica no superan los 3 años, si se quiere tener en óptimas condiciones el funcionamiento de los equipos.

Tabla N° 44: “Costos de Operación y Mantenimiento”

Fuente: Elaboración Propia

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
Equipo	Costo Mensual
Renta por Servicio de Internet de 2 Mbps	S/. 3,703.00
Personal técnico a cargo del mantenimiento	S/. 6,000.00
Otros gastos operativos y repuestos	S/. 1,700.00
Total Operación y Mantenimiento	S/. 11,403.00

Tabla N° 45: “Costos de Renovación de Equipos”

Fuente: Elaboración Propia

Equipo	Tiempo de Funcionamiento del Proyecto											
	Año 1			Año 2			Año 3			Año 4		
	Cantidad	Precio Unitario	Sub total	Cantidad	Precio Unitario	Sub total	Cantidad	Precio Unitario	Sub total	Cantidad	Precio Unitario	Sub total
Antena Satelital	1	S/. 7,744.00	S/. 7,744.00	0	S/. 7,744.00	S/. 0.00	0	S/. 7,744.00	S/. 0.00	1	S/. 7,744.00	S/. 7,744.00
BUC	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	0	S/. 2,000.00	S/. 0.00	0	S/. 2,000.00	S/. 0.00	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
LNB	1	S/. 729.60	S/. 729.60	0	S/. 729.60	S/. 0.00	0	S/. 729.60	S/. 0.00	1	S/. 729.60	S/. 729.60
Modem Satelital	2	S/. 20,000.00	S/. 40,000.00	0	S/. 20,000.00	S/. 0.00	0	S/. 20,000.00	S/. 0.00	2	S/. 20,000.00	S/. 40,000.00
Router para enlace satelital	1	S/. 4,726.40	S/. 4,726.40	0	S/. 4,726.40	S/. 0.00	0	S/. 4,726.40	S/. 0.00	1	S/. 4,726.40	S/. 4,726.40
Senidor	1	S/. 1,610.17	S/. 1,610.17	0	S/. 1,610.17	S/. 0.00	0	S/. 1,610.17	S/. 0.00	1	S/. 1,610.17	S/. 1,610.17
Swich Administrable	1	S/. 1,355.93	S/. 1,355.93	0	S/. 1,355.93	S/. 0.00	0	S/. 1,355.93	S/. 0.00	1	S/. 1,355.93	S/. 1,355.93
Swich	8	S/. 296.61	S/. 2,372.88	0	S/. 296.61	S/. 0.00	0	S/. 296.61	S/. 0.00	8	S/. 296.61	S/. 2,372.88
Antena Microondas (Punto a Punto)	10	S/. 2,560.00	S/. 25,600.00	0	S/. 2,560.00	S/. 0.00	0	S/. 2,560.00	S/. 0.00	10	S/. 2,560.00	S/. 25,600.00
Router Nodo	6	S/. 4,726.40	S/. 28,358.40	0	S/. 4,726.40	S/. 0.00	0	S/. 4,726.40	S/. 0.00	6	S/. 4,726.40	S/. 28,358.40
		SUB. TOTAL :	S/. 114,497.38		SUB. TOTAL :	S/. 0.00		SUB. TOTAL :	S/. 0.00		SUB. TOTAL :	S/. 114,497.38
		IGV (18%) :	S/. 20,609.53		IGV (18%) :	S/. 0.00		IGV (18%) :	S/. 0.00		IGV (18%) :	S/. 20,609.53
		TOTAL :	S/. 135,106.91		TOTAL :	S/. 0.00		TOTAL :	S/. 0.00		TOTAL :	S/. 135,106.91

4.9.6 Financiamiento del Proyecto

Para el financiamiento de este proyecto debe tenerse en consideración que se realizaría en beneficio de las entidades educativas de Purús, por lo que su puesta en funcionamiento no generaría ningún tipo de ingreso que permita recuperar la inversión realizada.

En este escenario, tenemos la opción de contar con dos entes estatales de financiamiento. Siendo estos, el Gobierno Regional de Ucayali y el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – FITEL. Además de las ONG y Asociaciones Público Privadas interesadas en desarrollar infraestructura pública.

4.10 Beneficios del Proyecto

Las comunicaciones satelitales tienen múltiples beneficios sobre las alternativas terrestres:

- UNIVERSAL: Las comunicaciones satelitales son provistas virtualmente en cualquier lugar. Una pequeña constelación de satélites puede cubrir la superficie entera de la tierra. Incluso la cobertura de un único satélite es mucho más extenso de lo que cualquier red terrestre puede lograr.
- VERSÁTIL: Las comunicaciones satelitales e inalámbricas pueden soportar todas las necesidades de comunicación actuales – aplicaciones transaccionales y multimedia, vídeo, voz, redes celulares, datos sensibles y noticias.
- CONFIABLE: El satélite es un medio probado para soportar las necesidades de comunicación de alguna compañía. Mientras que las redes IP terrestres son frecuentemente una mezcla de diferentes redes y topologías, con diferentes niveles de congestión y retardo. Las redes satelitales son extremadamente predecibles permitiendo una calidad de servicio constante y uniforme hacia cientos de ubicaciones independientemente de la geografía.
- ININTERRUMPIDO: El esfuerzo inherente de los satélites como un medio de radiodifusión hace de este ideal para la distribución simultánea de información de ancho de banda intensivo hacia cientos o miles de ubicaciones.
- RAPIDO: Distintas a la mayoría de alternativas terrestres, las redes satelitales pueden ser implementados rápidamente y sin mayor costo hacia cientos o miles de ubicaciones, conectando ciudades o ubicaciones remotas a lo largo de extensas masas de tierra, donde el cobre o la fibra están limitados debidos

al costo. Debido a que los enlaces satelitales pueden ser instalados rápidamente, las empresas pueden publicitar rápidamente con nuevos servicios.

- **EXPANDIBLE:** Las redes satelitales son fácilmente escalables, permitiendo a los usuarios a expandir sus redes de comunicación y su ancho de banda disponible rápidamente. En coordinación con distribuidores locales, expandir una red sobre la tierra requiere de la orden de componentes para un nuevo Terminal y el comisionamiento del incremento del ancho de banda en cada sitio solamente.
- **FLEXIBLE:** Los enlaces satelitales pueden ser fácilmente integrados para complementar, aumentar o extender alguna red de comunicaciones, ayudando a vencer las barreras geográficas, limitaciones de las redes terrestres y otros temas inhibidores de infraestructura.

CAPÍTULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

5.1 Presentación, análisis e interpretación de los datos obtenidos

Los resultados se encuentran descritos en el capítulo IV, en el que se muestra claramente los valores de las potencias del Eb/No, PIRE por la parte satelital y por la parte de microondas las potencias y umbral del receptor, si bien no son valores reales, estos software se acercan a resultados reales.

5.2 Prueba de hipótesis

No se pudo realizar la prueba de hipótesis debido a que la presente tesis está basada en el diseño de un enlace satelital-terrestre para brindar teleeducación mas no la implementación de dicho diseño, por ende, no permitió realizar pruebas experimentales de los diseños propuesto en el desarrollo de la tesis. Sin embargo, las simulaciones de los enlaces tanto satelital como terrestre usando lo software ya mencionados anteriormente daban como resultado el correcto establecimiento de todas los enlaces ajustando los parámetros necesarios para el mismo.

5.3 Análisis y discusión de los resultados

Las potencias obtenidas en la simulación de los enlaces satelitales (PIRE) nos asegura un buen funcionamiento de la red, ya que al momento de ser implementada si se sigue con los datos ya establecido por la simulación se asegura un buen funcionamiento del enlace.

Por la parte de los enlaces microondas, se obtuvo potencias bajas asegurando el umbral del receptor al 70 %, lo cual nos traduce que en los equipos a utilizar se garantizará el tiempo de vida y buen funcionamiento.

CONCLUSIONES

1. El análisis del diseño a realizarse está enfocado de tal manera de dar una solución a la falta de educación en la provincia de Purús departamento de Ucayali mediante un sistema de teleeducación.
2. Teniendo en cuenta que, así como en Purús, en el Perú, existe una gran cantidad de provincias donde la falta de acceso limita las posibilidades de desarrollo de las mismas, es por eso, que el diseño satelital-terrestre planteado en esta tesis puede ser tomado como modelo para futuros proyectos.
3. Debido a que todo proyecto de telecomunicación que plantee un diseño basado en enlaces satelitales y/o terrestres tiene un costo elevado, se debe buscar el financiamiento de alguna ONG o entendida estatal como es el caso de FITEL
4. En la actualidad existen varios tipos de enlaces satelitales. El más usado son los enlaces VSAT por su bajo costo frente a los enlaces SCPC, sin embargo los VSAT son enlaces compartidos, es decir, tiene overbooking de 4:1, 8:1, etc. Por otro lado, los enlaces SCPC son enlaces dedicados, overbooking 1:1. En la presente tesis lograremos analizar por cuál de estos dos medios de comunicación se lograr establecer un enlace óptimo con el servicio que se quiere brindar.
5. Si el proyecto se desea implementar, se debe corroborar los datos obtenidos de las herramientas virtuales como el google maps y google earth y también de los hallados en el software, por tal motivo se concluye que se debe de realizar un estudio de campo (Site Survey) para tener más información del lugar.

6. Como se sabe el difícil acceso a las localidades de la provincia de Purús hace que los operadores opten por no invertir, así que con la buena elección de sitios para los nodos y la elección de equipos adecuados para la demanda de tráfico, y además adecuados al clima cambiante de la zona, se considera a este proyecto como un factor muy importante para el desarrollo de la región y por ende también del desarrollo del país, llevando tecnologías de comunicación adecuadas y robustas.

7. Es necesario destacar que también es posible hacer uso de las características de otro satélite que posea una huella que cubra estos puntos terrestres por enlazar, donde ciertas características como la PIRE del satélite, la SFD, las bandas de frecuencias, el esquema de modulación, entre otros, puedan tener valores óptimos (con respecto a los descritos en el datasheet del Intelsat XI) que mejoren las características del enlace y mantengan un bajo nivel de ruido y disminuyan el BER a nivel de recepción.

RECOMENDACIONES

1. En el trabajo de campo se recomienda prestar especial atención a la ubicación de los puntos donde se ubicarían los nodos. Estos puntos deben tomarse haciendo uso de un GPS que indique la ubicación exacta.
2. Sobre los puntos donde se ubiquen las torres, se recomienda tener en consideración que sean sitios de fácil acceso para los trabajos de Instalación, Operación y Mantenimiento.
3. Se recomienda que en conjunto a la realización de este proyecto, un plan de capacitación y sensibilización a la población sobre la utilización de los recursos computacionales y de internet. De este modo, se podrá acelerar el interés y el aprovechamiento de las herramientas de las tecnologías de la información.
4. Igualmente, el presente proyecto debe desarrollarse en paralelo a un proyecto de implementación de energía eléctrica en la zona.

BIBLIOGRAFIA

- Acuerdo N° 016-2014. (15 de Enero de 2014). regionucayali.gob.pe. Recuperado el 2015, de <http://www.regionucayali.gob.pe/>
- ACUERDO N°016-2014. (14 de Enero de 2014). Recuperado el 20 de Junio del 2015, de <http://www.regionucayali.gob.pe>
- Alcaíno Pizani, M. (2008). Recuperado el 14 de Agosto de 2015, de <http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/1363/1/TRABAJO%20ESPECIAL%20DE%20GRADO.pdf>
- Arias. (2006). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de <https://naprj.wordpress.com>
- Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT. (1992). Elección de la polarización en el satélite.
- Atalaya, M. d. (2014 de Febrero de 21). Recuperado el 21 de Febrero de 2015, de <http://gacetaucayalina.com/>
- Bogdan, T. y. (2006). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lco/cilia_l_va/capitulo3.pdf
- Castro. (2003). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de <http://tesisdeinvestig.blogspot.pe/2012/01/poblacion-y-muestra.html>
- Chinguel, G. C. (s.f.). Recuperado el 20 de Junio de 2015, de http://www.aidesoc.net/conectar/images/2_1_gerardo_chunga.pdf
- Clases de satélites. (10 de Abril de 2013). Recuperado el 14 de Agosto de 2015, de <http://www.tipos.co/tipos-de-satelites-artificiales/>
- Denzin Lincoln. (2006). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de <https://psicologiaysociologia.files.wordpress.com>
- Elementos básicos para la recepción de señal de TV por satélite. (2013). Recuperado el 14 de Agosto de 2015, de http://www.viasatelital.com/television_satelital.htm

Guía Metodológica del Instituto Universitario Santiago Mariño . (2001). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/forum/view.php?id=35713>

Hernández. (2002). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/barrientos_m_e/capitulo3.pdf

Hernández. (2012). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de <http://padron.entretemas.com/>

Hernández, Fernández, & Baptista. (2006). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de http://cea.uprrp.edu/wp-content/uploads/2013/05/diseos_de_investigacin_cualitativa_ii_-_vbonilla.pdf

Historia de los Sistemas Satelitales. (s.f.). Recuperado el 14 de Agosto de 2015, de <http://bb9.ulacit.ac.cr/tesinas/Publicaciones/033134.pdf>

Hurtado. (2000). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de http://tesis.ula.ve/postgrado/tde_busca/archivo.php?codArchivo=3623

Instalan teléfono satelital en la reserva Mashco Piro. (s.f.). Recuperado el 20 de Junio del 2015, de <http://www.diarioahora.pe/>

Kinnear y Taylor. (1998). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lemg/lemaitre_w_n/capitulo3.pdf

MINCETUR. (s.f.). Recuperado el 20 de Junio del 2015, de <http://www.mincetur.gob.pe/newweb/Portals/0/UCAYALI.pdf>

Purús, A. d. (17 de Noviembre de 2011). Recuperado el 20 de Junio del 2015, de <http://licitaciones.dgmarket.com/>

Sabino. (2006). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0088963/cap03.pdf>

Satelites. (s.f.). Recuperado el 14 de Agosto de 2015, de <http://roble.pntic.mec.es/jlop0164/archivos/satelites.pdf>

Sistemas Satelitales. (2013). Recuperado el 14 de Agosto de 2015, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/166/A07.pdf?sequence=7>

Tamayo. (2006). Recuperado el 20 de Julio de 2015, de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0088963/cap03.pdf>

TIPOS DE ANTENAS. (10 de Noviembre de 2009). Obtenido de <http://apliparaboloide.blogspot.com/>

Transcripción de LOS TRANSCEIVER. (17 de Octubre de 2013). Recuperado el 14 de Agosto de 2015, de <https://prezi.com/ufbri65f24qw/los-transceiver-transceptores/>

Ucayalina, G. (14 de Diciembre de 2014). Recuperado el 20 de Junio de 2015, de <http://gacetaucayalina.com/>

ZatInforme. (27 de Septiembre de 2007). Recuperado el 14 de Agosto de 2015, de <http://zatinforme.blogspot.com/2007/09/los-diferentes-tipos-de-antenas-para.html>

<http://www.osiptel.gob.pe/Index.ASP>

<http://www.mtc.gob.pe/portal/itramites.htm>

<http://www.itu.int/net/home/index-es.aspx>

<http://www.inei.gob.pe/>

<http://www.apoyo.com/>

<http://www.cuanto.org/>

<http://www.regionapurimac.gob.pe/>

<http://www.cplus.org/rmw/english1.html>

<http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges12.pdf>

http://tic_rural.blogspot.com/2007/01/bytes-for-all-edicin-especialsobre.html

<http://telerural.blogspot.com/2007/04/curso-de-telecomunicacionesrurales.html>

<http://inictel.uni.edu.pe/inicteljoo/>

<http://www.ieee.org/portal/site>

<http://www.minem.gob.pe/archivos/dge/eventos/1.%20Martes%20OChavez.pdf>

<http://www.motorola.com/>
<http://www.airspan.com/>
<http://www.acdatasystems.com/>
<http://www.fgwilson.com/>
<http://www.netkrom.com/es/about-us.html>
<http://www.asterisk.org/support>
<http://www.cisco.com/>
<http://www.linksys.com/>
http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_1/sistvsat.htm
http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_1/sistvsat.htm
<http://scpc-single-channel-per-carrier.atrexx.com/>
<http://www.colinanet.com/enlaces-dedicados/empresas-rural.html>
https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBsQFjAAahUKEwiGI5mhjYTHAhVIjJAKHXLCBD4&url=http%3A%2F%2Fbibdigital.epn.edu.ec%2Fbitstream%2F15000%2F189%2F1%2FCD-0587.pdf&ei=_7-6VcabFsiYwgTyhJPwAw&usg=AFQjCNE8KWc4S4LIw6b0VjXSjD8QN2clA&sig2=Onel2F6kd_zKFGq4oU_kfA&bvm=bv.99261572,d.Y2I
<http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2015/05/relacion-entre-tipos-y-objetivos-de.html>

ANEXOS

Anexo N° 1: Guía de Observación

Guía Observacional

Marque con una x la opción que usted considere correcta, donde 1 es el valor más bajo y 5 el más alto.

Número de preguntas	Parámetros a observar	Frecuencia				
		1	2	3	4	5
1	El docente asisten a todas las clases			x		
2	Los alumnos asisten a todas las clases				x	
3	Los materiales educativos brindados a las instituciones educativas son suficientes			x		
4	El metodo de enseñanza empleado es el adecuado			x		
5	Se hace uso de todos materiales impartidos a las instituciones educativas				x	
6	Cuenta con un sistema virtual de aprendizaje	x				
7	El colegio cuenta con recursos necesarios para el aprendizaje de los alumnos		x			
8	Los temas tratados en clase le parecen interesante				x	
9	Tienen conocimiento sobre nuevas tecnologías como internet y teleducación		x			
10	Con la llegada del internet a los colegios mejorará el nivel educativo					x
11	El docente es responsable en el ámbito laboral			x		
12	El docente se encuentra calificado para resolver las dudas de los alumnos			x		

INFORME DE SITE SURVEY PARA INSTALACIÓN DE ESTACIONES REMOTAS

INDICE

1. Información Previa
 - 1.1 Datos Geográficos
 - 1.2 Datos Técnicos

2. Datos del cliente

3. Datos del Emplazamiento
 - 3.1 Datos del Cliente en lugar de instalación
 - 3.2 Propietario del edificio.
 - 3.3 Arquitecto
 - 3.4 Empresa Constructora
 - 3.5 Planos
 - 3.6 Acceso al emplazamiento
 - 3.7 Datos de visión e elevación del emplazamiento

4. Información del Montaje
 - 4.1 Previo
 - 4.2 Selección del tipo de montaje de la antena
 - 4.2.1 Montaje sobre techo
 - 4.3 Localización de equipo interior
 - 4.4 Requisitos de Energía

4.5 Puesta a tierra y protección contra rayos

4.6 Cables

5. Responsabilidades

6. Comentarios Finales

7. Aprobación

8. Anexos

CLIENTE: _____ _____	PROYECTO : _____ FECHA : _____
COMPAÑÍA INSTALADORA: _____ _____ _____	
INSTALADOR : _____ _____ _____	

Nota:

- Complete el máximo posible antes de realizar el replanteo

- Marque en el cuadrado situado en el margen izquierdo con una **V** los apartados visados y con una **X** los apartados donde NO proceda.

1. **INFORMACIÓN PREVIA** (datos aproximados antes del replanteo)

1.1 DATOS GEOGRÁFICOS

Departamento : _____

Provincia : _____

Distrito : _____

Latitud Lugar : _____ ° _____ min. Norte/Sur

Longitud Lugar: _____ ° _____ min. Este/Oeste

1.2 DATOS TÉCNICOS

Satélite: _____

Situación (Longitud): _____

Antena Azimut: _____

Elevación: _____

Polarización: _____

2. **DATOS DEL CLIENTE**

Nombre: _____ Teléfono : _____

Dirección: _____ Fax : _____

Contacto Técnico: _____ Teléfono : _____

Contacto Comercial: _____ Teléfono : _____

3. **DATOS DEL EMPLAZAMIENTO**

3.1 DATOS DEL CLIENTE EN LUGAR DE INSTALACIÓN

Nombre Compañía : _____ Teléfono : _____
Dirección : _____ Fax : _____
Contactos : _____ Teléfono : _____

3.2 PROPIETARIO DEL EDIFICIO (Sí es necesario)

Nombre Compañía : _____ Teléfono : _____
Dirección : _____ Fax : _____
Contacto : _____ Teléfono : _____

3.3 ARQUITECTO (Sí es necesario)

Nombre Compañía : _____ Teléfono : _____
Dirección : _____ Fax : _____
Contacto : _____ Teléfono : _____

3.4 EMPRESA CONSTRUCTORA (Sí es necesario)

Nombre Compañía : _____ Teléfono : _____
Dirección : _____ Fax : _____
Contacto : _____ Teléfono : _____

3.5 PLANOS

Los siguientes planos se deben de adjuntar al documento de replanteo :

1. Plano Emplazamiento
2. Plano de la ubicación de la instalación
3. Croquis propuesto de la ubicación del equipamiento externo.
4. Croquis propuesto de la ubicación del equipamiento interno.
5. Croquis propuesto de recorrido de ductería
6. Croquis propuesto de tendido de cableado (señal y energía)
7. Perfil de horizonte (según anexo)

*** Nota :**

- Los planos 1,2, y 3 deben de incluir Norte de Referencia

- Los croquis 5 y 6 deben indicar medidas de longitud.

Comentarios sobre los Planos:

3.6 ACCESO AL EMPLAZAMIENTO

El acceso es posible durante:

Lunes a Viernes: de _____ hr. a _____ hr.

Fines de Semana y Festivos de _____ hr. a _____ hr.

¿Existe alguna limitación al acceso Sí No

En caso afirmativo, indicar el método de acceso:

3.7 DATOS DE VISIÓN Y ELEVACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

Elevación sobre Nivel del Mar: _____

¿Existe alguna edificación que obstaculice la visión de la antena? En caso afirmativo, describir y solución alternativa:

¿Se podría mover algún objetivo para mejorar la visión?

4. INFORMACIÓN DEL MONTAJE

4.1 PREVIO

1. Tipo de Montaje propuesto: _____

2. Consideraciones especiales para el montaje: _____

3. Composición de la superficie (concreto, asfalto, tierra): _____

4. Se requiere enrejado? : _____

4.2 SELECCIÓN DEL TIPO DE MONTAJE DE LA ANTENA

Tamaño de Antena: 1,8 - 2,4 - 3,7 - 4,5 - 5 - 6,1 - 7,3 - 7,6 mts.

Seleccione dos tipos de montaje por orden de preferencia:

Tejado no Penetrante Tipo: _____

Suelo no Penetrante Tipo: _____

Suelo con Mástil o Trípode

Pared

Tejado Penetrante (Especifique condiciones aparte)

¿ Se requiere Obra Civil ? Sí No

En caso afirmativo especificar : _____

¿Se requiere algún tipo de permiso? Sí No

En caso afirmativo especificar : _____

¿Se requiere escaleras, grúas u otros medios para acceso y montaje?

Sí

No

En caso afirmativo especificar

4.2.1 MONTAJE SOBRE TECHO (SI ES SELECCIONADA)

1. Estructura del techo (madera, fierro, vigas, columnas) : _____

2. Acceso al techo (escaleras, elevador, etc.) : _____

3. Altura del techo: _____

4. Altura de antena sobre el techo : _____

5. Distancia del techo a la ubicación del equipamiento interno: _____

6. Es accesible el techo mediante grúa ? : _____

4.3 LOCALIZACIÓN DE EQUIPO INTERIOR

Tipo de habitación:

¿Está climatizada?

Sí

No

¿Se requiere acondicionamiento de climatización adicional ?

Sí

No

En caso afirmativo, especificar _____

Descripción del bastidor, mesa o medio en el que se situará el equipo interior:

4.4 REQUISITOS DE ENERGÍA

C.A. monofasica/trifasica a 220V/380V - 60Hz con puesta a tierra

Potencia mínima requerida por el equipamiento :

Monofasica : _____ VA

Trifasica : _____ VA

¿Existen tomas de CA próximas al equipo? Sí No

¿Se dispone de energía estabilizada ? Sí No

¿Dispone de UPS/S.A.I.? Sí No

Medida de resistencia del pozo de puesta a tierra: _____ Ohmios

Comentarios sobre la instalación existente: _____

¿Se necesita de equipo de deshielo de antena? Sí No

4.5 PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

¿ Existe pozo de puesta a tierra de edificio no eléctrico ? Sí No

En caso afirmativo :

Distancia entre punto de puesta a tierra a soporte de antena: _____mts.

Medida de resistencia: _____Ohmios

¿Existe protección contra rayos?

Sí

No

En caso Afirmativo :

¿Se encuentra la instalación bajo su cobertura ?

Sí

No

Comentarios: _____

4.6CABLES

Cable de Frecuencia Intermedia:

Describir tirada del cable

Los cables de FI y de energía deben estar separados un mínimo de 5 cm, e instalados en ducterías independientes.

El radio de curvatura de los cables debe ser de 6 a 8 veces el diámetro exterior del mismo

Longitud estimada de cable : _____ mts.

(máximo recomendable 100 mts.)

Tipo de cable seleccionado :

Tipo de conectores :

Cables de Interfaz :

Distancia desde el Equipamiento Interior hasta el equipo del Cliente:

_____m.

Tipo de Cable seleccionado:

Tipo de conectores :

Otros tipos de Cables :

Longitud estimada de cable :

Tipo de Cable seleccionado:

Tipo de conectores :

Comentarios y Recomendaciones sobre el cableado : _____

5. RESPONSABILIDADES

	CLIENTE	INSTALADOR
La base de hormigón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrapesos (Total de Kg.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zanjas para tendido de Cables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El tendido de Cables y Conexiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Protección contra rayos (Pararrayos y pozo de puesta a tierra independiente)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pozo de puesta a tierra de edificio (No eléctrico)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medios de elevación y acceso para instalación del equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CLIENTE

INSTALADOR

Este documento se distribuye a:

- | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-------|
| <input type="checkbox"/> | Responsable del Cliente | _____ |
| <input type="checkbox"/> | Responsable del Emplazamiento | _____ |
| <input type="checkbox"/> | Responsable del Proyecto | _____ |

ANEXO I

- | | | |
|-------------------|--------------------------|---|
| Foto 1 | <input type="checkbox"/> | Vista Sur del Edificio con ubicación de antena |
| Foto 2 | <input type="checkbox"/> | Vista Norte del Edificio con ubicación de antena |
| Foto 3 | <input type="checkbox"/> | Vista Este del Edificio con ubicación de antena |
| Foto 4 | <input type="checkbox"/> | Vista Oeste del Edificio con ubicación de antena |
| Foto 5 | <input type="checkbox"/> | Propuesta de ubicación de antena |
| Foto 6 | <input type="checkbox"/> | Propuesta de ubicación de equipos interiores |
| Foto 7
mirando | <input type="checkbox"/> | Desde la ubicación propuesta para la antena
hacia el ángulo de apuntamiento |
| Foto 8 | <input type="checkbox"/> | Desde la ubicación propuesta para la antena
mirando 90° hacia el ángulo de apuntamiento |
| Foto 9 | <input type="checkbox"/> | Desde la ubicación propuesta para la antena
mirando 180° hacia el ángulo de apuntamiento |

Foto 10	<input type="checkbox"/>	Desde la ubicación propuesta para la antena mirando 270° hacia el ángulo de apuntamiento
Foto 11	<input type="checkbox"/>	Punto de entrada propuesto para el cable IFL, desde el exterior
Foto 12	<input type="checkbox"/>	Punto de entrada propuesto para el cable IFL, desde el interior
Foto 13	<input type="checkbox"/>	Toma de energía AC de ambiente de equipamiento interno.
Foto 14	<input type="checkbox"/>	Estructura de techo desde encima
Foto 15	<input type="checkbox"/>	Estructura de techo desde debajo
Foto 16	<input type="checkbox"/>	Foto de posible problema

ANEXO 2

Plano Emplazamiento

ANEXO 3

Plano de la ubicación de la instalación

ANEXO 4

Croquis propuesto de la ubicación del equipamiento externo.

ANEXO 5

Croquis propuesto de la ubicación del equipamiento interno.

ANEXO 6

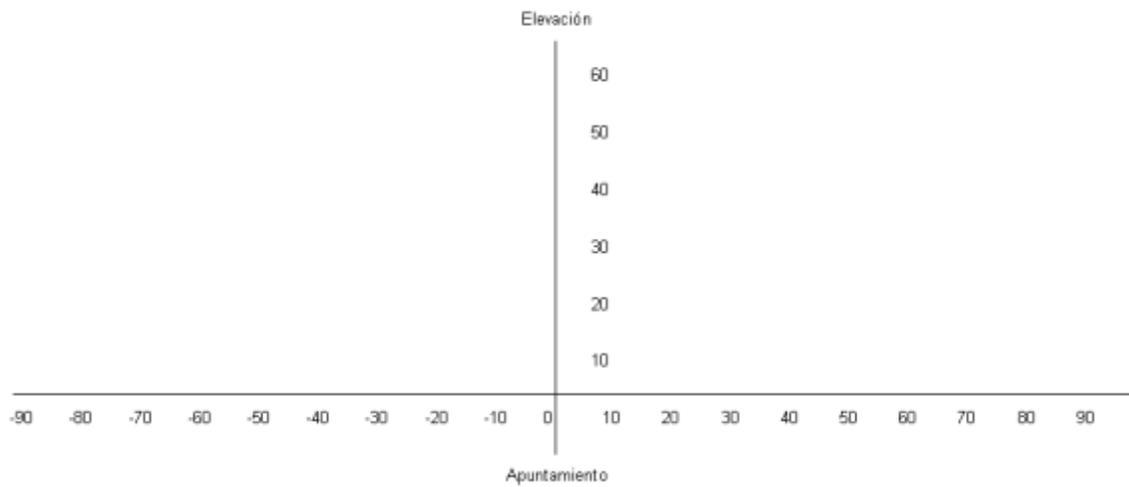
Croquis propuesto de recorrido de ductería

ANEXO 7

Croquis propuesto de tendido de cableado (señal y energía)

ANEXO 8

Perfil de horizonte (según anexo)



Anexo N° 3: Formato Site Survey – Estaciones Microondas: Modelo Empresa SDP Group

INFORME DE SITE SURVEY PARA INSTALACIÓN DE ESTACIONES MICROONDAS

REALIZADO PARA:

AÑO: / /

THECNICAL SITE SURVEY - SEDE CLIENTE

LINEA DE VISTA		PARA IMPLEMENTACION
FACILIDADES TECNICAS		
CAPACIDAD DISPONIBLE		

OBSERVACIONES

--

INFORMACION GENERAL

1 Fecha de ejecución

2 Distrito

3 Empresa

4 Dirección

5 Referencia

6 Coordenadas

6.1 Latitud Sur

6.2 Longitud Oeste

7 Altitud

8 Contacto

9 Teléfono de contacto

10 Correo de contacto

INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

1 Tipo de soporte

2 Altura de soporte

3 Altura de la antena desde la base del soporte

4 Altura de la antena desde el piso

5 Cantidad de pisos del local del cliente

6 Escalerillas

7 Observaciones

•

SISTEMA DE ENERGIA, PROTECCION Y CABLEADO

1 Sala de telecomunicaciones

1.1 Gabinete o rack de telecomunicaciones

1.2 Barra de tierra en rack

1.3 Power rack

1.4 Transformador de aislamiento

1.5 Sistema UPS ó estabilizador

1.6 Barra de tierra general indoor

1.7 Tablero de distribución 220 VAC

2 Sistema de pozo a tierra

3 Distancia desde la antena hasta la barra indoor

4 Distancia desde la antena hasta gabinete ó rack

5 Observaciones y recomendaciones

•

EQUIPOS Y RESUMEN DE LIENA DE VISTA

1 Tipo de enlace

2 Nodo al que califica

3 Distancia hacia el nodo

4 Angulo de azimut mirando al nodo

5 Angulo de elevación mirando al nodo

6 Equipo recomendado

7 Otros nodos con línea de vista

8 Observaciones

MATERIALES DE INSTALACION

1 Cable STP

2 Tubo corrugado ¾

3 Conectores RJ-45

4 Estructura metálica

5 Tubo PVC

6 Canaletas

7 Cable acerado/alambre

8 Templadores

9 Bandeja de rack

10 Otros

OBSERVACIONES Y RECOMENADCIONES GENERALES

1

2

SIMULACION DE ENLACE

Figura 1: Vista geográfica del enlace (Google Earth)

Figura 2: Perfil del enlace (Google Earth)

Figura 3: Calculo del enlace (Radio Mobile)

Figura 4: Perfil de enlace (Radio Mobile)

REPORTE FOTOGRAFICO

Foto 1: Línea de Vista hacia el NODO

Foto 2: Línea de vista hacia el NODO

Foto 3: Recorrido del cable hacia sala de equipos.

Foto 4: Recorrido del cable hacia sala de equipos.

Foto 5: Recorrido del cable hacia sala de equipos.

Foto 6: Recorrido del cable hacia sala de equipos.

Foto 7: Recorrido del cable hacia sala de equipos.

Anexo N° 4: Simulación de costos de alquiler de un segmento satelital en cuanto a la selección de diferentes configuraciones de un modem CnC.

Para la simulación en la presente tesis, se hizo el cálculo en base al datasheet del modem COMTECH CDM-QX Double Talk. También se realizará el costo por mes y año. Los datos obtenidos anteriormente del costo de 1 Mbps se emplearán en estos cálculos.

Mode	Eb/No at BER = 10 ⁻⁶ Guaranteed (Typical in parentheses)	Eb/No at BER = 10 ⁻³ Guaranteed (Typical in parentheses)	Spectral Efficiency	Symbol Rate	Occupied * Bandwidth for 1 Mbps Carrier
QPSK Rate 1/2 Viterbi *	6.0 dB (5.5 dB)	7.3 dB (6.8 dB)	1.00 bits/Hz	1.0 x bit rate	1190 kHz
BPSK Rate 21/44 Turbo	2.9 dB (2.6 dB)	3.3 dB (3.0 dB)	0.48 bits/Hz	2.1 x bit rate	2493 kHz
BPSK Rate 5/16 Turbo	2.4 dB (2.1 dB)	2.8 dB (2.5 dB)	0.31 bits/Hz	3.2 x bit rate	3808 kHz
QPSK Rate 1/2 Turbo	2.9 dB (2.6 dB)	3.2 dB (2.8 dB)	0.96 bits/Hz	1.05 x bit rate	1246 kHz
QPSK Rate 3/4 Turbo	3.8 dB (3.3 dB)	4.4 dB (4.0 dB)	1.50 bits/Hz	0.67 x bit rate	793 kHz
QPSK Rate 7/8 Turbo	4.3 dB (4.0 dB)	4.5 dB (4.2 dB)	1.75 bits/Hz	0.57 x bit rate	678 kHz
QPSK Rate 17/18 Turbo	6.4 dB (6.0 dB)	6.9 dB (6.5 dB)	1.90 bits/Hz	0.53 x bit rate	626 kHz
8-PSK Rate 2/3 TCM ** and R-S (IESS-310)	6.5 dB (5.6 dB)	6.9 dB (6.0 dB)	1.82 bits/Hz	0.56 x bit rate	666 kHz
8-PSK Rate 3/4 Turbo	6.2 dB (5.7 dB)	6.8 dB (6.3 dB)	2.25 bits/Hz	0.44 x bit rate	529 kHz
8-PSK Rate 7/8 Turbo	7.3 dB (6.8 dB)	7.5 dB (7.1 dB)	2.62 bits/Hz	0.38 x bit rate	453 kHz
8-PSK Rate 17/18 Turbo	9.3 dB (8.9 dB)	10.3dB (9.9 dB)	2.85 bits/Hz	0.35 x bit rate	377 kHz
16-QAM Rate 3/4 Turbo	7.4 dB (7.0 dB)	8.2 dB (7.7 dB)	3.00 bits/Hz	0.33 x bit rate	396 kHz
16-QAM Rate 7/8 Turbo	8.1 dB (7.7 dB)	8.3 dB (7.9 dB)	3.50 bits/Hz	0.28 x bit rate	340 kHz
16-QAM Rate 3/4 ** Viterbi/Reed-Solomon	8.1 dB (7.5 dB)	8.6 dB (8.0 dB)	2.73 bits/Hz	0.37 x bit rate	435 kHz
16-QAM Rate 7/8 ** Viterbi/Reed-Solomon	9.5 dB (9.0 dB)	10.1 dB (9.5 dB)	3.18 bits/Hz	0.31 x bit rate	374 kHz

Procedimiento

Enlace de 2 Mbps,

- Modo: QPSL Rate 1/2 Viterbi
Ancho de banda por 1Mbps: 1190 Khz

Se sabe que 1Mbps ⇔ 1190khz

Por lo tanto:
2Mbps \Leftrightarrow 2380kHz = 2.38Mhz

Calculo del costo por mes y año de 2 Mbps

2.38Mhz * \$3500 = \$ 8330 ← Costo por mes
2.38Mhz * \$3500 *12 meses = \$ 99960 ← Costo por año

- Modo: 8 PSK Rate $\frac{3}{4}$ Turbo
Ancho de banda por 1Mbps: 529 Khz

Se sabe que 1Mbps \Leftrightarrow 529 khz
Por lo tanto:
2Mbps \Leftrightarrow 1058kHz = 1.058 Mhz

Calculo del costo por mes y año de 2 Mbps

1.058Mhz * \$3500 = \$ 3703 ← Costo por mes
1.058Mhz * \$3500 *12 meses = \$ 44436 ← Costo por año

- Modo: 16 QAM Rate $\frac{7}{8}$ Turbo
Ancho de banda por 1Mbps: 340 Khz

Se sabe que 1Mbps \Leftrightarrow 340 khz
Por lo tanto:
2Mbps \Leftrightarrow 680 khz = 0.680 Mhz

Calculo del costo por mes y año de 2 Mbps

0.680Mhz * \$3500 = \$ 2380 ← Costo por mes
0.680Mhz * \$3500 *12 meses = \$ 28560 ← Costo por año

Como se puede observar en los cálculos realizados mientras mayor es el modo utilizado menor será el costo mensual y anual del enlace. Tomando en cuenta que cada modo tiene un costo diferente al anterior. Sin embargo es un único pago que se realiza.

Anexo N° 5: Reporte del LST



**Lease Transmission Plan
Program (LST)
Lease Summary
Information**
noviembre 20, 2015

	SVO-L Number	: 1
IS-11 at 317.00 °E	Tr. Beam Number	: AE7C/AE7C
ENLACE SATELITAL	Slot	: 7
	Tr. Cen. Freq. (GHz)	: 6.1400 / 3.9150

Note :
:
:

Beam Uplink (Geog.)	: AMECH	Beam Downlink (Geog.)	: AMECV	Tr BW (MHz)	: 64.0
Beam Uplink (Phys.)	: AMECH	Beam Downlink (Phys.)	: AMECV	Tr BW; (MHz; IESS-410)	: 64.0
Tr. SFD (dBW/m2 ; BP)	: TBD	Tr. IBO (dB)	: -5.4	Lease BW usage (MHz)	: 24.2
Tr. SFD (dBW/m2 ; BE)	: -96.5	Tr. OBO (dB)	: -4.5	Lease OFD (dBW/m2 ; BE)	: -106.1
Tr. G/T (dB/K ; BE)	: -8.0	Tr. EIRP (dBW ; BE)	: 34.0	Lease EIRP (dBW ; BE)	: 25.3
Tr. G/T (dB/K ; BP)	: 4.0	BP)	: 43.0		

Link Analysis Description:

MultiCarrier Txpr Lease	Link 1	Link 2	
Number of links: <input style="width: 40px; text-align: center;" type="text" value="2"/>			
Modulation	8-Phase	8-Phase	
Information Rate	2048.0	2048.0	kbit/s
FEC Code Rate	.7500	.7500	
R-S Code Rate	N/A	N/A	
Clear Sky Eb/No Available	7.0	7.0	dB
Number of Assigned Carriers	1	1	
Transmit ES Code	LURIN	PURUS	
Transmit ES Size	9.3	2.4	m
Receive ES Code	PURUS	LURIN	
Receive ES Size	2.4	9.3	m
Receive ES G/T	19.5	31.9	dB/K

Total Leased Resource Usage:

LST calculated		Total BW allocated	
(MultiCarrier Txpr Lease)		Total BW PEB	
Total EIRP utilized	25.3 dBW	Total BW utilized	24.1105 MHz
Total EIRP available	25.3 dBW	Total BW available	24.2000 MHz
Margin (available-utilized)	.0 dB	Margin (available-utilized)	.0895 MHz

Notes:

Anexo N° 6: Enlace microondas radio mobile

- Punto-Punto

Para realizar el cálculo de los enlaces se empleó el programa Radio Mobile el cual es un software de libre distribución usado para el cálculo de radio en distintos terrenos. Para ello utiliza perfiles geográficos combinados con la información de los equipos (potencia, sensibilidad del receptor, características de las antenas, pérdidas, etc.) que quieren simularse.

A continuación se muestra las configuraciones de las propiedades del enlace:

1. Configuración de los parámetros necesarios para el enlace:

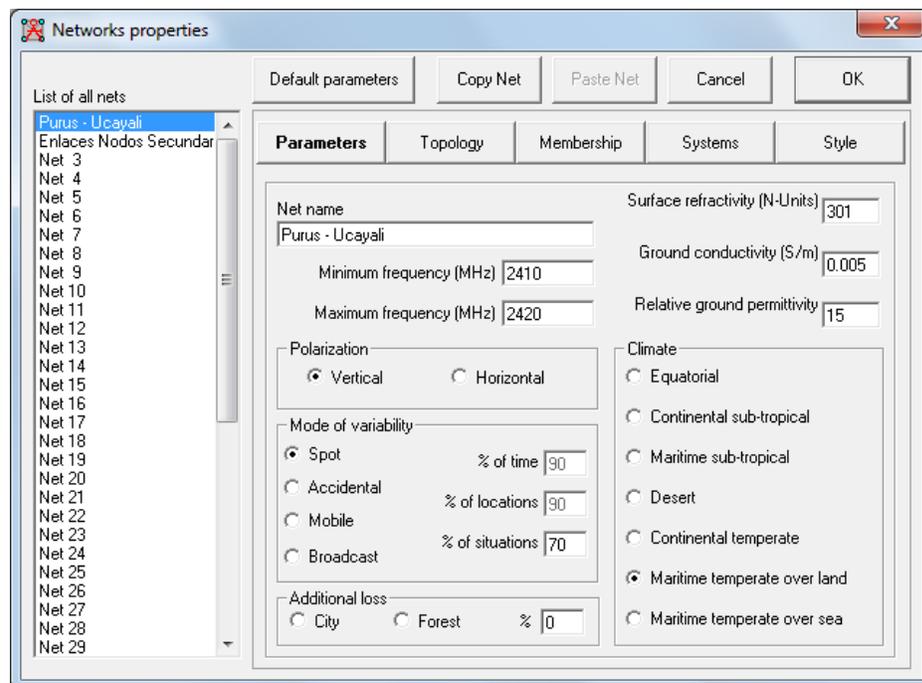


Figura 6.1: "Parámetros del enlace"

Fuente: Radio Mobile

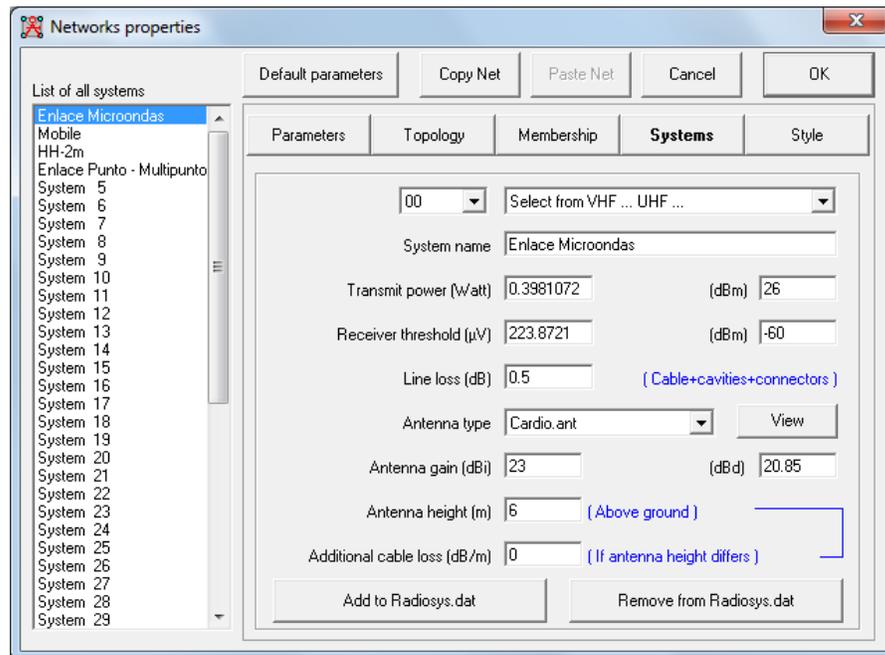


Figura 6.2: “Sistema del enlace”
Fuente: Radio Mobile

Adicionalmente de los valores suministrados por los datasheet de los siguientes equipos, se debe tener en cuenta los siguientes valores:

- Refractividad: 301 N-units (valor típico)
- Conductividad: 0.005 S/m (conductividad de la Tierra Media: zonas selváticas)
- Permitividad: 15 (permitividad de la Tierra Media: zonas selváticas)
- Clima: Temperatura Continental (usado para zonas selváticas)
- Polarización: Vertical
- Tipo de antena: Antena Cardio

2. Topología

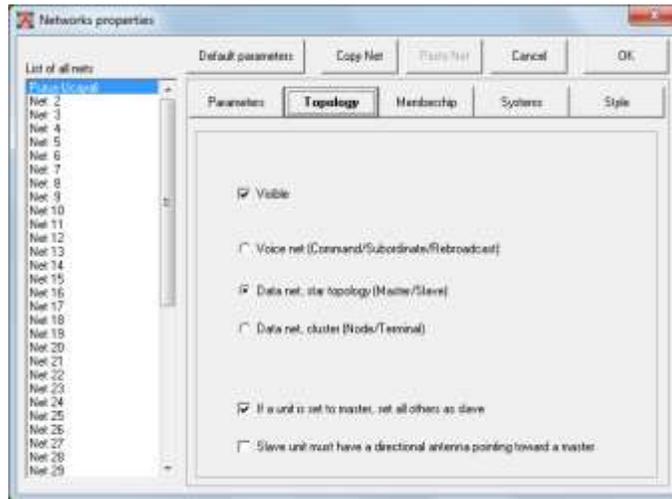
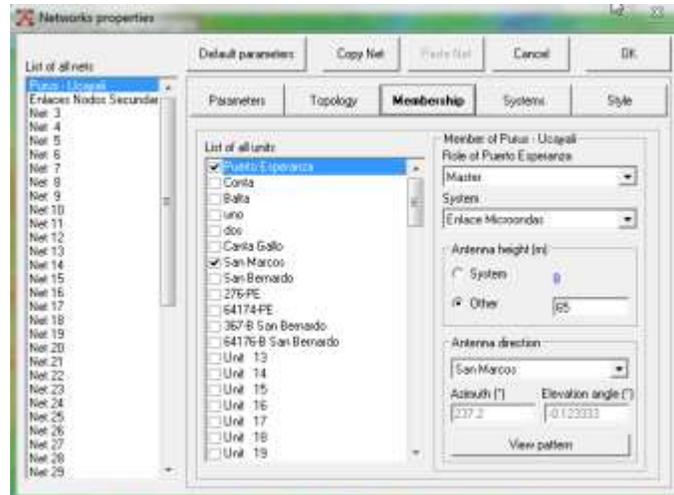


Figura 6.3: “Topología de los enlaces”
Fuente: Radio Mobile

3. Datos de asignación de los lugares

- Puerto Esperanza



- Figura 6.4: “Asignación Puerto Esperanza como enlace Master”

Fuente: Radio Mobile

- San Bernardo

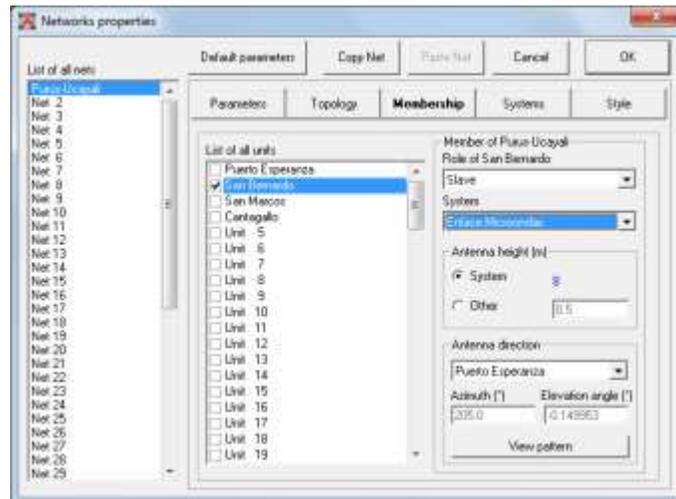


Figura 6.5: “Asignación San Bernardo como enlace Esclavo”
Fuente: Radio Mobile

- San Marcos

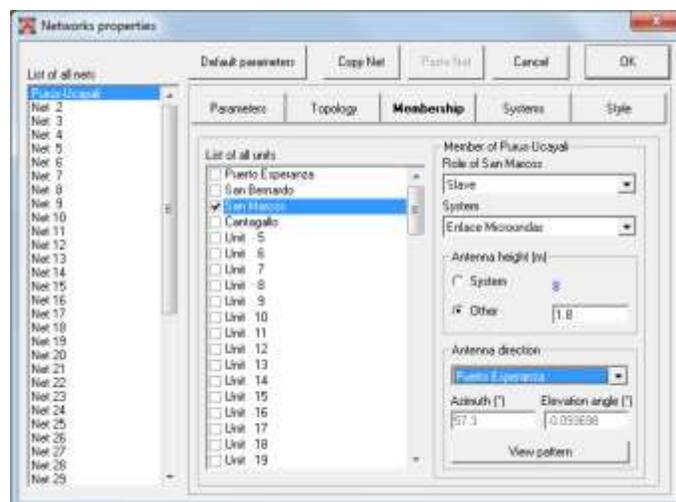


Figura 6.6: “Asignación San Marcos como enlace Esclavo”
Fuente: Radio Mobile

- Cantagallo

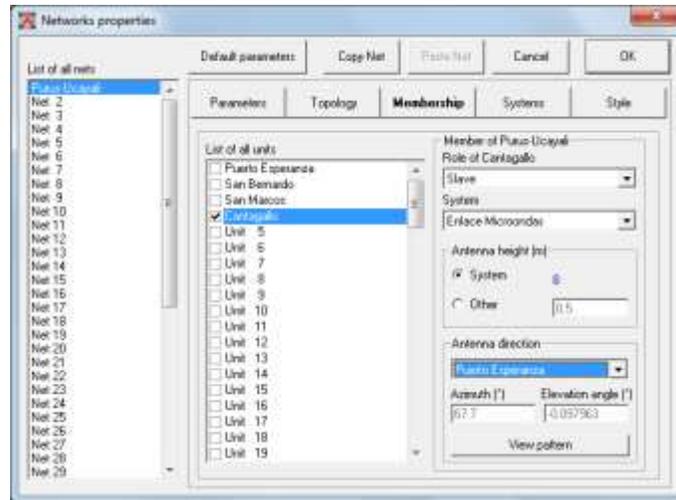


Figura 6.7: “Asignación Cantagallo como enlace Esclavo”
Fuente: Radio Mobile

4. Datos de visualización

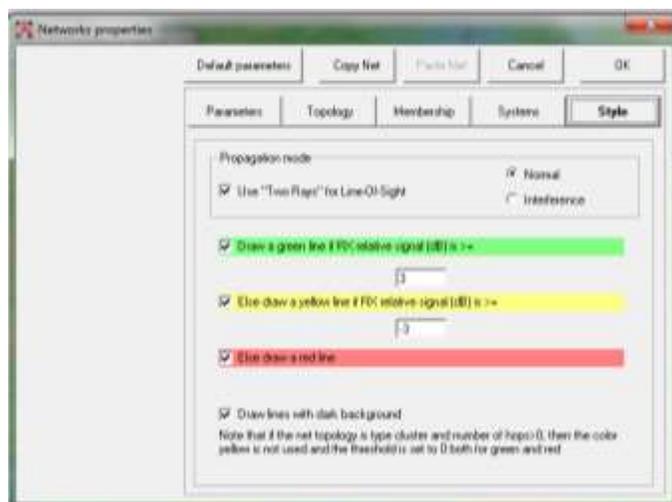


Figura 6.8: “Visualización de los enlaces”
Fuente: Radio Mobile

- Institución Educativa en Puerto Esperanza – 64714

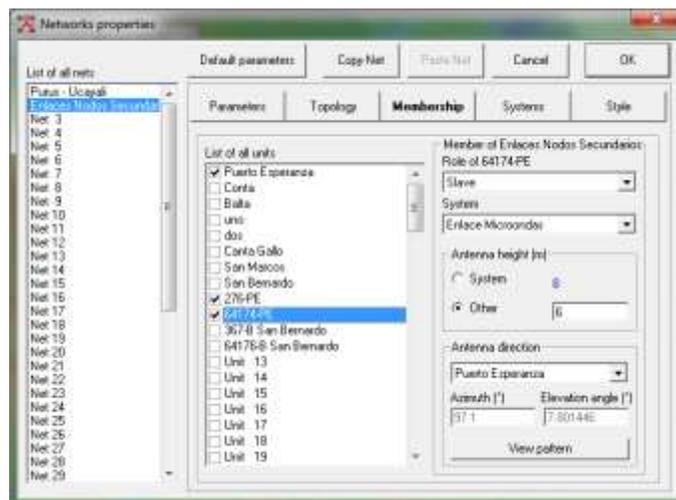


Figura 6.10: “Institución Educativa en Puerto Esperanza – 64714”
Fuente: Radio Mobile

- Institución Educativa en San Bernardo – 64176

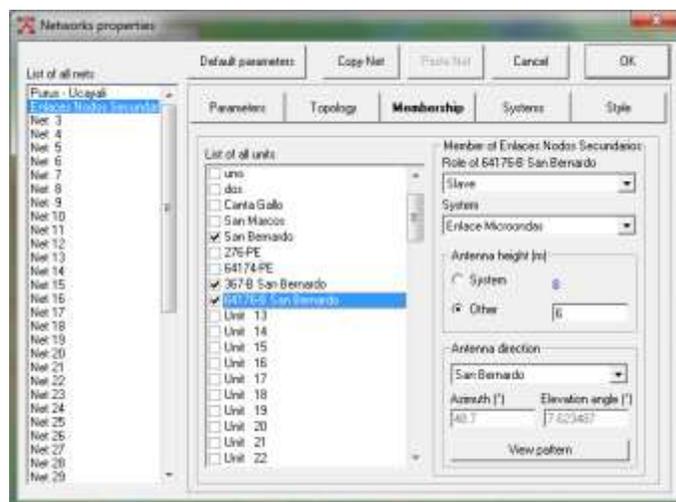


Figura 6.12: “Institución Educativa en San Bernardo – 64176”
Fuente: Radio Mobile

5. Datos de visualización

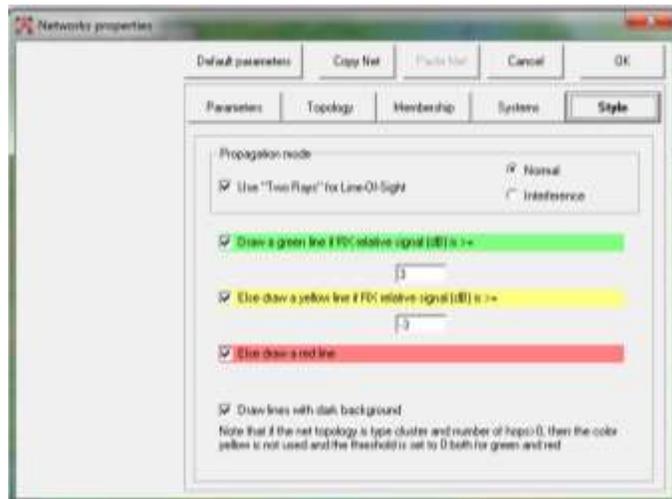


Figura 6.13: “Visualización de los enlaces”
Fuente: Radio Mobile

Anexo N° 7: Data sheet antenna Prodelin 2.4 para enlace satelital

2.4M C & Ku-Band Rx/Tx Antenna

Series 1241

Technical Specifications

Electrical		C-Band Linear	C-Band Circular	Ku-Band
Antenna Size		2.4M (96 in.)	2.4M (96 in.)	2.4M (96 in.)
Operating Frequency (GHz)	Receive Transmit	3.625 - 4.20 GHz 5.85 - 6.425 GHz	3.625 - 4.20 GHz 5.85 - 6.425 GHz	10.70 - 12.75 GHz 13.75 - 14.50 GHz
Antenna Gain at Midband, dBi (± 2 dB)	Receive Transmit	38.20 dBi 42.20 dBi	38.00 dBi 42.00 dBi	47.40 dBi 49.20 dBi
VSWR		1.3:1 Max	1.3:1 Max	Rc: 1.5:1 Max Tx: 1.3:1 Max
Pattern Beamwidth (in degrees at midband)	+3 dB -15 dB	Rc: 2.20° Tx: 1.40° Rc: 4.90° Tx: 3.10°	Rc: 2.20° Tx: 1.40° Rc: 4.90° Tx: 3.10°	Rc: 0.70° Tx: 0.60° Rc: 1.60° Tx: 1.40°
Sidelobe Envelope, Co-Pol (dBi) 100° / $\theta < \theta \leq 30^\circ$ 20° < $\theta \leq 26.3^\circ$ 26.3° < $\theta \leq 48^\circ$ $\theta > 48^\circ$		29 - 25 Log θ dBi -3.5 dBi 32 - 25 Log θ dBi -10 dBi (averaged)	29 - 25 Log θ dBi -3.5 dBi 32 - 25 Log θ dBi -10 dBi (averaged)	29 - 25 Log θ dBi -3.5 dBi 32 - 25 Log θ dBi -10 dBi (averaged)
Antenna Noise Temperature		52 K 10° Elevation 46 K 20° Elevation 45 K 30° Elevation 44 K 40° Elevation	57 K 49 K 45 K 45 K	56 K 51 K 48 K 41 K
Cross Polarization Isolation (Linear) Dn Axis	Receive Transmit	>30 dB >30 dB	N/A N/A	>30 dB >35 dB
Axial Ratio (Circular)	Receive Transmit	N/A N/A	1.4 V/A R (2.95 dB) 1.3 V/A R (2.28 dB)	N/A N/A
Feed Interface	Receive Transmit	CPR 225F CPR 137 or Type N	CPR 225F CPR 137 or Type N	V/R 75 or Direct Radio Mounting
Maximum Radio Weight (Optional Feed Stabilizer available for higher radio weight)		20 Lbs. (9 Kg.)	20 Lbs. (9 Kg.)	12 Lbs. (5.5 Kg.)
Mechanical				
Reflector Material		Glass Fiber Reinforced Polyester SMC		
Antenna Optics		Prime Focus, Offset Feed, Four-piece		
Mast Pipe Size		6" SCH 40 Pipe (6.63" O.D.) 16.83 cm.		
Elevation Adjustment Range		5° to 90° Continuous Fine Adjustment		
Azimuth Adjustment Range		360° Continuous, $\pm 10^\circ$ Fine Adjustment		
Mount Type		Elevation over Azimuth		
Shipping Specifications Shipping Weight (Total): Install (Net) Weight:		545 lbs. (248 kg.) 365 lbs. (166 kg.)		
Environmental Performance				
Wind Loading	Operational Survival	50 mph (80 km/h) 125 mph (201 km/h)		
Temperature Range (operational)		-40° to 140°F (-40° to 60°C)		
Rain (operational)		1/2" (13mm) / hr		
Atmospheric Conditions		Salt, Pollutants and Contaminants as Encountered in Coastal and Industrial Areas		
Relative Humidity		0 to 100% With Condensation		
Solar Radiation		360 BTU/h/ft ²		

GENERAL DYNAMICS

SATCOM Technologies

1500 Prodelin Drive • Newton, NC 28658 USA • Telephone: +1-828-464-4141 • Fax: +1-828-464-4147

1000-063 Rev. 0714

7.5.4 Comparison of all TPC Modes

Mode	Eb/No at BER = 10 ⁻⁸ Guaranteed (Typical in parentheses)	Eb/No at BER = 10 ⁻⁸ Guaranteed (Typical in parentheses)	Spectral Efficiency	Symbol Rate	Occupied * Bandwidth for 1 Mbps Carrier
QPSK Rate 1/2 Viterbi *	6.0 dB (5.5 dB)	7.3 dB (6.8 dB)	1.00 bits/Hz	1.0 x bit rate	1190 kHz
BPSK Rate 21/44 Turbo	2.9 dB (2.6 dB)	3.3 dB (3.0 dB)	0.48 bits/Hz	2.1 x bit rate	2493 kHz
BPSK Rate 5/16 Turbo	2.4 dB (2.1 dB)	2.8 dB (2.5 dB)	0.31 bits/Hz	3.2 x bit rate	3808 kHz
QPSK Rate 1/2 Turbo	2.9 dB (2.6 dB)	3.2 dB (2.8 dB)	0.96 bits/Hz	1.05 x bit rate	1246 kHz
QPSK Rate 3/4 Turbo	3.8 dB (3.3 dB)	4.4 dB (4.0 dB)	1.50 bits/Hz	0.67 x bit rate	793 kHz
QPSK Rate 7/8 Turbo	4.3 dB (4.0 dB)	4.5 dB (4.2 dB)	1.75 bits/Hz	0.57 x bit rate	678 kHz
QPSK Rate 17/18 Turbo	6.4 dB (6.0 dB)	6.9 dB (6.5 dB)	1.90 bits/Hz	0.53 x bit rate	626 kHz
8-PSK Rate 2/3 TCM ** and R-S (IESS-310)	6.5 dB (5.6 dB)	6.9 dB (6.0 dB)	1.82 bits/Hz	0.56 x bit rate	666 kHz
8-PSK Rate 3/4 Turbo	6.2 dB (5.7 dB)	6.8 dB (6.3 dB)	2.25 bits/Hz	0.44 x bit rate	529 kHz
8-PSK Rate 7/8 Turbo	7.3 dB (6.8 dB)	7.5 dB (7.1 dB)	2.62 bits/Hz	0.38 x bit rate	453 kHz
8-PSK Rate 17/18 Turbo	9.3 dB (8.9 dB)	10.3dB (9.9 dB)	2.85 bits/Hz	0.35 x bit rate	377 kHz
16-QAM Rate 3/4 Turbo	7.4 dB (7.0 dB)	8.2 dB (7.7 dB)	3.00 bits/Hz	0.33 x bit rate	396 kHz
16-QAM Rate 7/8 Turbo	8.1 dB (7.7 dB)	8.3 dB (7.9 dB)	3.50 bits/Hz	0.28 x bit rate	340 kHz
16-QAM Rate 3/4 ** Viterbi/Reed-Solomon	8.1 dB (7.5 dB)	8.6 dB (8.0 dB)	2.73 bits/Hz	0.37 x bit rate	435 kHz
16-QAM Rate 7/8 ** Viterbi/Reed-Solomon	9.5 dB (9.0 dB)	10.1 dB (9.5 dB)	3.18 bits/Hz	0.31 x bit rate	374 kHz

■ C-band PLL LNB - External Reference -

MODEL No. **NJS8486E/87E/88E** series

< **Features** >

- * **Low Noise Temperature**
 · Noise Temperature: 15 K
- * **Low DC Current Drain**
 · DC Current Drain: 350 mA
- * **Small Size & Light Weight**
 · Weight: 800 g
- * **RoHS Compliance**



< **Line-Up** >

Model No.	RF Frequency	Local Frequency	IF Connector	Local Stability	IF Connector	Power Supply
NJS8486E	3.400 to 4.200 GHz (Palapa C-band)	5.15 GHz	950 to 1,750 MHz	Depends on External Reference	F-type	+24 VDC (+12 to +24 VDC)
NJS8486EN			950 to 1,525 MHz		N-type	
NJS8487E	3.625 to 4.200 GHz (Standard C-band)	5.76 GHz			960 to 1,260 MHz	
NJS8487EN			N-type			
NJS8488E	4.500 to 4.800 GHz (Insat C-band)	5.76 GHz	960 to 1,260 MHz		F-type	
NJS8488EN				N-type		

< **Specifications** >

Item	Specifications
Input Interface	Waveguide, CPR229 (with Groove)
Output Interface	N-type, female (50 ohm) [Model No.: NJS8486EN/87EN/88EN] F-type, female (75 ohm) [Model No.: NJS8486E/87E/88E]
Noise Temperature (Ta.: +25 C)	15 K typ., 30 K max.
Linear Gain (Ta.: +25 C)	59 dB min., 66 dB max.
Requirement for External Reference	[Input Port] IF Output connector [Frequency] 10 MHz (sine-wave) [Input Power] -10 to 0 dBm @ Input port [Phase Noise] -135 dBc/Hz max. @ 100 Hz -143 dBc/Hz max. @ 1 kHz -145 dBc/Hz max. @ 10 kHz
L.O. Phase Noise	-70 dBc/Hz typ. @ 100 Hz -80 dBc/Hz typ. @ 1 kHz -85 dBc/Hz typ. @ 10 kHz -95 dBc/Hz typ. @ 100 kHz
Spurious	a) -140 dBm max. at input, Fixed frequency spur, unrelated to test CW signal (Measured at specified IF band). b) -55 dBc max. with test CW signal -10 dBm IF output (Measured at specified IF band).
Input V.S.W.R.	3.0 : 1 typ.
Output V.S.W.R.	2.5 : 1 max.
Power Requirement	+24 VDC (+12 to +24 VDC)
Current Drain	350 mA max.
Temperature Range (ambient)	-40 to +60 C (operating), -40 to +80 C (storage)
Dimension & Housing (without Interface Connectors)	80.8 mm (L) x 99.6 mm (W) x 76 mm (H) [3.18" (L) x 3.92" (W) x 2.99" (H)]
Weight	800 g [1.76 lbs]

Note: The contents of this sheet are subject to change without notice.
 Copyright © 2010 New Japan Radio Co., Ltd.

Page: 1/3
 Rev.03(Jul. 2010) C PLL LNB (Ext. Ref.)_NJS8486E/87E/88E

Anexo N° 10: Datasheet BUC

866-SATCOMI FACEBOOK TWITTER LINKEDIN



NEW JAPAN RADIO NJT5677N 5W C-BAND BLOCK UPCONVERTER (BUC)

- C-Band 5.85 - 6.725 GHz
- +24 VDC Input power
- CPR137 Waveguide Output
- Type N female input connector

[CONTACT SALES](#)

[f](#) [in](#) [v](#) [e](#) [+](#) 0

[Login to use our wish list](#)
 [E-mail Me A Better Price](#)

DESCRIPTION	TECHNICAL SPECIFICATIONS	SUPPORT DOCUMENTS	REVIEWS
NJT5677N Specifications			
RF Frequency	5.85-6.725 GHz (Full C-Band)		
Local Frequency	4.90 GHz		
IF Frequency	950-1825 GHz		
Output Power @P1dB	5W Linear (+37 dBm min)		
General Specifications			
Output Interface	Waveguide, CPR137 (with Groove)		
Input Interface	N-type Female		
Output Power @ 1 dB G.C.P.	+37 dBm min, over temperature		
Linear Gain	61 dB nom.		
Requirement for External Reference			
Frequency	10 MHz (sine-wave)		
Input Power	-5 to +5 dBm @ Input Port		
Phase Noise	120 dBc/Hz max. @ 100 Hz		
	130 dBc/Hz max. @ 1 kHz		
	140 dBc/Hz max. @ 10 kHz		
	150 dBc/Hz max. @ 100 kHz		
L.O. Phase Noise			
@ 100 Hz	-60 dBc/Hz max		
@ 1 kHz	-70 dBc/Hz max		
@ 10 kHz	-80 dBc/Hz max		
@ 100 kHz	-90 dBc/Hz max		
Receive Band Noise Density	-87 dBm/4kHz max		
Input V.S.W.R.	2.0 : 1 max		
Output V.S.W.R.	2.0 : 1 max		
Power Requirement	+24 VDC (+15 to +30 VDC)		
Power Consumption	48 W max		
Mute	Shut off the HPA in case of L.O. unlocked or no 10 MHz reference signal.		
LED Indicator	GREEN: L.O. locked / RED: L.O. unlocked or no 10 MHz reference signal		
Temperature Range (ambient)			
Operating	-40 to +55 C		
Storage	-40 to +75 C		
Dimensions (L x W x H)	190.6 mm x 160 mm x 59 mm (7.50" x 6.30" x 2.32")		
Weight	1.9 kg (4.2 lbs)		

Anexo N° 11: Datasheet radio con antena integrada Radwin 2000 Serie A

RADWIN 2000 Specifications

Configuration				
Architecture	ODU: Outdoor Unit with Integrated Antenna, Embedded Antenna or Connectorized Unit for External Antenna IDU: Indoor Unit or PoE device			
Outdoor Units (ODUs)				
	D+ Series	I-C-Series	B-Series	A-Series
Max Throughput				
Ethernet	730Mbps	200Mbps	30Mbps upgradable to 200Mbps	10Mbps, 25Mbps, 30Mbps, upgradable to 100Mbps
TDM E1 / T1 Trunks		16	8	2 4 8
Radio				
Range	Up to 40km / 25 miles		Up to 120km/75 miles	
	3.143-6.090 GHz	2.297-2.482 GHz 3.300-3.800 / 3.65 GHz 4.390-5.010 GHz 4.900-6.060 GHz 5.890-6.410 GHz	2.297-2.482 GHz 4.900-6.060 GHz 5.890-6.410 GHz	2.297-2.482 GHz 4.890-5.960 GHz
Channel Bandwidth	10/20/40/80 MHz	5/10/20/40 MHz	5/10/20/40 MHz	5/10/20 MHz
Maximum Tx Power	25 dBm @ 3.3-3.8 GHz, 4.9-6.4GHz, 26 dBm @ 2.3-2.5 GHz			
Adaptive Modulation & Coding	10 levels: BPSK to 256QAM	8 levels: BPSK to 64QAM		
Radio Access Scheme	MIMO 2x2 - OFDM			
Duplex Technology	TDD			
Asymmetric TDD	Configurable	Adaptive		
Dynamic Channel BW Selection	20/40/80MHz or 20/40MHz			
DFS / ACS	Supported			
Diversity	Polarization and Spatial Diversity supported			
Spectrum View	Built-in Spectrum Analyzer			
TDD Synchronization	Intra-site and inter-site using GPS			
Encryption, US Security	AES128, FIPS197			
Maximum Information Rate	Supported			
Service Protection			Built in support: 1+1 and Ring topology	
QoS	4 levels supported, Strict priority, TTL	4 levels supported		
Maximum Frame Size	2048 bytes			
Latency	< 3msec			
Management				
Link Management	Application RADWIN Manager			
Protocol	SNMPv1, SNMPv3, Telnet and HTTP			
NMS Application	RADWIN NMS (RNMS)			
Web-based Management	Web access via browser			
Dimensions and Weight				
Integrated ODU (w)x(h)x(d) Cm	30 x 30 x 10; 2.9 kg / 6.4 lbs		With 23dbi Antenna: 30x30x10; 2.9kg / 6.4lbs With 17dbi Antenna: 17x21x7; 1.2kg / 2.65 lbs	
Connectorized ODU (w)x(h)x(d)	19.5 x 28.0 x 8.0; 2.4 kg / 5.29 lbs		17x21x7; 1.2kg / 2.65 lbs	
Power				
Power Feeding	Via Indoor Unit or PoE device			
Power Consumption	25W (ODU + POE)			22W (ODU+ IDU); 12W (ODU+ PoE device)
Environmental				
Operating Temperatures	-33°C to 60°C / -31°F to 140°F; For -33°C / -67°F advise local RADWIN REP			
Humidity	100% condensing, IP67 (totally protected against dust and immersion up to 1m)			
Shock and Vibration	EN 300 019-2-4 IEC 60068-2 Class4M5			

Radio Regulations

FCC	47CFR Part 15 Subpart C; 47CFR Part 15 Subpart E (D-Plus Series is pending FCC certification in 5.3 GHz and 5.4 GHz band, due in May/2013); 47CFR Part 90 Subpart Y; 47CFR Part 90 Subpart Z UCBP
IC (Canada)	RSS-210 (D-Plus Series is pending IC certification in 5.3 GHz and 5.4 GHz band, due in May/2013. Band 5.1 GHz is not supported); RSS-111 RSS-192 RSS-197 UCBP
ETSI	EN 300 328; EN 301 893; EN 302 502, EN 302 326-2
WPC (India)	GSR-38
MII (China)	3.8 GHz Band Regulation

Safety

FCC/IC (CTUVus)	UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22
ETSI	EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22

EMC

FCC	47CFR Part 15 Subpart B, Class B
ETSI	EN 301 489-1, EN 301 489-4
CAN/CSA	CISPR 22 Class B
AS/NZS	CISPR 22 Class B

Indoor units (IDUs)

Ethernet Interface

Ports	PoE	IDU-H		IDU-C	IDU-C EO	IDU-E	IDU-EO
		WAN	LAN				
	1x 10/100/1000BaseT	6 x PoE-10/100/1000BaseT	2 x 10/100/1000BaseT 2 x SFP GbE	2 x 10/100BaseT 1 x SFP FE	2 x 10/100/1000BaseT 1 x SFP GbE		2 x 10/100BaseT

TDM Interface

Number of E1s/ T1s Ports		Up to 16		2
Framing	Unframed (transparent)			
Timing	Independent timing per port, Tx and Rx			
Standards Compliance	ITU-T G.703, G.826			
Latency	Configurable: 5-20 msec (default: 8 msec)			
Jitter & Wander	According to ITU-T G.823, G.824			
Service Protection	Monitored Hot Standby (MHS) 1+1 (using IDU-C)			

Dimensions and Weight

Dimensions (w)x(h)x(d) Cm			
Weight	1U Half 19" width, 22 x 5 x 21	44 x 5 x 21;	22 x 4.5 x 18;
Power	1.5kg / 3.3 lbs	1.2 kg / 2.65 lbs	0.45kg / 1.0 lbs
Power Feeding	-20 to -60 VDC (dual feed in IDU-C); 100-240 VAC, 50/60 Hz; -45 to -55 VDC (dual redundant power feeding for IDU-H)		

Environmental

Operating Temperatures	0°C to 50°C / 32°F to 122°F
Humidity	90% non-condensing

Safety

TUV	IEC/EN 60950-1, UL 60950-1, CAN/CSA-C22.2 No. 60390-1
-----	---

EMC

FCC	Class B Part 15 Subpart B
ETSI	EN 300 386, EN 301 489-1, EN 301 489-4
CAN/CSA	ICES 003 CISPR 22 Class B
AS/NZS	CISPR22 Class B

Anexo N° 12: Datasheet radio con antena integrada Radwin 5000 – HBS 5050

RW-5050-0150 - Product Specifications

CONFIGURATION	
Architecture	Outdoor Unit with Integrated Antenna
PoE to ODU Interface	Outdoor CAT-5e; Maximum cable length: 100m for 10/100BaseT and 75m for 1000BaseT
RADIO	
Capacity	50 Mbps net aggregate throughput @ 10MHz Channel BW
Subscriber Units (HSUs) support	Up to 32 HSUs
Range	Up to 40 km / 25 miles
Channel Bandwidth	Configurable: 5, 10, 20 and 40 MHz
Modulation	2x2 MIMO-OFDM (BPSK/QPSK/16QAM/64QAM)
Adaptive Modulation & Coding	Supported
Bandwidth allocation	Symmetric and Asymmetric
DFS	Supported
End to End Latency	Typical: 3.5msec @ 2 HSUs; 20msec @ 32 HSUs
Diversity	Supported
Spectrum Viewer	Supported
Max Tx Power	25 dBm (*)
Duplex Technology	TDD
Error Correction	FEC k = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6
Encryption	AES 128
Ethernet Interface	10/100BaseT, 1000BaseT (supported via RW-9921 Series)
Layer 2	Bridging learning of 5K MAC addresses
QoS	Supported, Packet classification to 4 queues according to 802.1p and Diffserv
VLAN	Supported, 802.1Q, 8021.P, QinQ
TDD Intra Site Synchronization	Supported
TDD Inter Site Synchronization	Supported through common GPS receiver per site
MECHANICAL	
ODU Dimensions	20(w) x 50(h) x 12(d) cm
ODU Weight	3.3 kg / 7.2 lbs
POWER	
Power Feeding	Power provided over ODU-IDU cable using PoE
Power Consumption	<25W
ENVIRONMENTAL	
Operating Temperatures	-35°C to 60°C / -31°F to 140°F
Humidity	100% condensing, IP67 (totally protected against dust and against immersion up to 1m)
SAFETY	
FCC/IC (cTUVus)	UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22
ETSI	EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22
EMC	
FCC	47 CFR Class B, Part15, Subpart B
ETSI	EN 300 386, EN 301 489-1, EN 301 489-4
CAN/CSA-CEI/IEC	CISPR 22-04 Class B
AS/NZS	CISPR 22-2004 Class B
Integrated Antenna	
Gain	14 dBi
VSWR	1.7 : 1 (typ)
3 dB Az. Beamwidth	90° (typ)
3 dB El. Beamwidth	8° (typ)
Polarization	Dual Linear (Vertical and Horizontal)
Sidelobes Level	-10 dB (typ)
Cross Polarization	-25 dB (typ)
F/B Ratio	-25 dB (typ)
Port To Port Isolation	30 dB (min)
Lightning Protection	DC grounded
Antenna Pattern	
Elevation @ 5.8GHz	Azimuth @ 5.8GHz

Anexo N° 13: Datasheet radio con antena integrada Radwin 5000 – HSU 5550

RW-5550-0124

Product Specifications

Configuration	
Architecture	Outdoor Unit with Integrated Antenna
IDU to ODU Interface	Outdoor CAT-5e cable; Maximum cable length: 100m
Radio	
Capacity	30 Mbps net aggregate throughput
Range	Up to 40 km / 25 miles
Channel Bandwidth	Configurable: 10, 20 and 40 MHz
Modulation	2x2 MIMO-OFDM (BPSK/QPSK/16QAM/64QAM)
Bandwidth allocation	Symmetric and Asymmetric
DFS	Supported
Adaptive Modulation & Coding	Supported
Automatic Channel Selection	Supported
Diversity	Supported
Spectrum Viewer	Supported
Max Tx Power	26 dBm
Duplex Technology	TDD
Error Correction	FEC k = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6
Encryption	AES 128
Ethernet Interface	10/100BaseT
Layer 2	Hub Mode
QoS	Packet classification to 4 queues according to 802.1p and Diffserv, Dynamic scheduling according to air interface changes
VLAN	Supported 802.1Q, 8021.P, QinQ

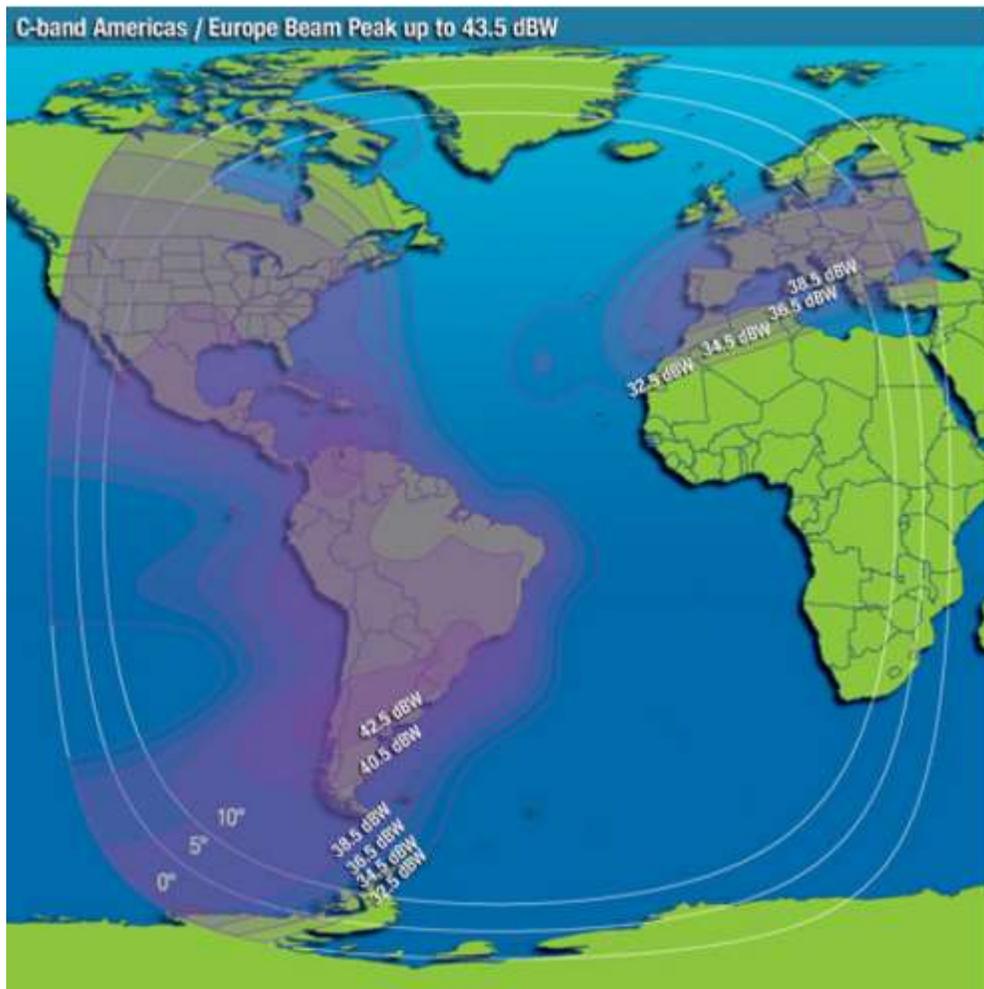
Supported Bands					
Band	Occupied Frequency Range				Radio Compliance
	Channel BW 5MHz	Channel BW 10MHz	Channel BW 20MHz	Channel BW 40MHz	
2.4 GHz FCC/IC*	—	2.407-2.467 GHz	2.402-2.472 GHz	2.392-2.482 GHz	FCC PART 15, part C and RSS 210
2.3 GHz Universal	—	2.302-2.477 GHz	2.297-2.482 GHz	2.287-2.492 GHz	Universal

* Factory Default

Mechanical	
Dimensions	37.1(w) x 37.1(h) x 11.0(d) cm
Weight	3.5 kg / 7 lbs
Power	
Power Feeding	Power provided over ODU-IDU cable using PoE device
Power Consumption	<25W
Environmental	
Operating Temperatures	-35°C to 60°C / -31°F to 140°F
Humidity	100% condensing, IP67 (totally protected against dust and against immersion up to 1m)
Safety	
FCC/IC (cTUVus)	UL 60950-1, UL 60950-22, CAN/CSA C22.2 60950-1, CAN/CSA C22.2 60950-22
ETSI	EN/IEC 60950-1, EN/IEC 60950-22
EMC	
FCC	CFR47 Class B, Part15, Subpart B
ETSI	EN 300 386, EN 301 489-1, EN 301 489-4
CAN/CSA-CET/IEC	CISPR 22-04 Class B
AS/NZS	CISPR 22-2004 Class B

Anexo N° 14: Satélite Intelsat XI





C-band Key Parameters	
Total Transponders	12 x 54 MHz 4 x 64 MHz
Polarization	Linear - Horizontal or Vertical
Downlink Frequency	3700 to 4200 MHz
Typical Edge of Coverage e.i.r.p.	> 36.0 dBW
Uplink Frequency	5925 to 6425 MHz
Beam Peak G/T	Up to 4.7 dB/K
SFD Range (0.0 dB/K)	-104.5 to -68.5 dBW/m ²

Anexo N°15: Router

CISCO2921/K9 Specifications

Cisco 2900 series offer unparalleled total cost of ownership savings and network agility through the intelligent integration of market leading security, unified communications, wireless, and application services. The Cisco 2900 series ISRs offer embedded hardware encryption acceleration, voice- and video-capable digital signal processor (DSP) slots, optional firewall, intrusion prevention, call processing, voicemail, and application services. In addition, the platforms support the industries widest range of wired and wireless connectivity options such as T1/E1, xDSL, copper and fiber GE.

Cisco 2921 Router Details	
Manufacturer	Cisco Systems, Inc
Manufacturer Part Number	CISCO2921/K9
Product Type	Router
Form Factor	External - modular - 2U
Dimensions (WxDxH)	47 cm x 43.8 cm x 8.9 cm
Weight	13.2 kg
DRAM Memory	512 MB (installed) / 2 GB (max)
Flash Memory	256 MB (installed) / 8 GB (max)
Routing Protocol	OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, static IPv4 routing, static IPv6 routing
Data Link Protocol	Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Remote Management Protocol	SNMP, RMON
Features	Cisco IOS IP Base , MPLS support, Syslog support, IPv6 support, Class-Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ), Weighted Random Early Detection (WRED)
Compliant Standards	IEEE 802.1Q, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ah, IEEE 802.1ag
Power	AC 120/230 V (50/60 Hz)

Anexo N° 16: Switch administrable

Switch de altas prestaciones y comprobada fiabilidad.

- 24 Ethernet 10/100 ports with 8 PoE ports and 2 10/100/1000 TX uplinks
- 1 RU fixed-configuration
- LAN Base image

Catalyst WS-C2960-24LT-L Switch Front Panel



1	Console port	3	Dual-purpose port
2	10/100/100 ports		

Specifications	
Type	Fixed
Topology	Ethernet (10/100BaseT) Ethernet (10/100/1000BaseT)
Maximum Port density	8 10/100 PoE ports 16 10/100 ports
Uplinks	2 10/100/1000 ports
Modular/Expansion Slots	n/a
Architecture	Layer 2 Switching (basic connectivity), Layer 2 Switching (intelligent services), Voice Enabled
Form Factor	Fixed, Rack Mountable, Standalone/Clustering
Dimensions	1.73 x 17.5 x 13 in.
DRAM	64 MB
Features	
Specialized Service Modules	n/a
Security	
DHCP Snooping	✔
Dynamic ARP Inspection	
IP Source Guard	
RP Rate Limiters	
TCP Intercept	
802.1x	✔
Port Security	✔