

NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENLACES DE MICROONDAS
PARA LA AMPLIACIÓN DE RED TELEFÓNICA EN LOS CASERÍOS
PAJONAL Y VALLE GRANDE EN LA PROVINCIA DE RIOJA
DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CONTRERAS SULCA, YENS YONATHAN

Villa El Salvador

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

«Año de la consolidación del Mar de Grau»

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y
AMBIENTAL**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TEMA DE ACTUALIDAD PARA
OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

En Villa El Salvador siendo las 12:00 pm del día Sábado, 03 de Setiembre de 2016, se reunieron en el Salón de Grados los Miembros del Jurado Evaluador del Tema de Actualidad integrado por:

Presidente	: Dr. Ing. ELMER CORDOVA ZAPATA	CIP N° <u>97004</u>
Secretario	: Ing. HECTOR VELASQUEZ CABANILLAS	CIP N° <u>171657</u>
Vocal	: Ing. RUBEN LUIS COTERA BARZOLA	CIP N° <u>116008</u>

Nombrados según RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL N° 324-2015-CO-P-FIMEA, de fecha 25 de agosto de 2016.

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, bajo la modalidad de Actualización Profesional. (Resolución de Comisión de Organizadora N° 023-2012-UNTECS de fecha 20 de setiembre 2012, donde se APROBÓ la ratificación del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima y el Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, siendo que el Art. 6° del precitado Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, establece que: "El Examen de Suficiencia Profesional comprende dos etapas: a) Examen de Conocimientos Profesionales y b) Sustentación de un Tema Especifico de Actualidad"), en la que

El bachiller: **CONTRERAS SULCA, Yens Yonathan**

Sustentó su tema de Actualidad:

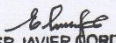
**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENLACES DE MICROONDAS PARA LA AMPLIACIÓN DE RED
TELFÓNICA EN LOS CASERIOS PAJONAL Y VALLE GRANDE EN LA PROVINCIA DE RIOJA
DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN**

Concluida la Sustentación del tema de Actualidad, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:


Condición..... Aprobado con nota..... Dieciseis
Equivalente..... Bueno De acuerdo al Art. 45° del Reglamento de Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención del Título Profesional.

Siendo las 1:00pm del día Sábado, 03 de Setiembre de 2016, se dio por ~~concluido~~ el acto de sustentación del tema de Actualidad, firmando el Jurado la presente Acta.


SECRETARIO
HECTOR FELIPE
VELASQUEZ CABANILLAS
INGENIERO ELECTRONICO
Reg. CIP N° 171657


ELMER JAVIER CORDOVA ZAPATA
INGENIERO MECATRONICO
Reg. CIP N° 97004

PRESIDENTE


RUBEN LUIS
COTERA BARZOLA
INGENIERO ELECTRONICO
Reg. CIP. N° 116008

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

«Año de la consolidación del Mar de Grau»

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y
AMBIENTAL**

**ACTA FINAL DE SUSTENTACIÓN DE TEMA DE ACTUALIDAD PARA
OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

En Villa El Salvador siendo las... 12:00 pm ... del día Sabado, 03 de Setiembre de 2016, se reunieron en el Salón de Grados los Miembros del Jurado Evaluador del Examen de Suficiencia Profesional integrado por:


Presidente : Dr. Ing. ELMER CORDOVA ZAPATA CIP N° 97004
Secretario : Ing. HECTOR VELASQUEZ CABANILLAS CIP N° 171657
Vocal : Ing. RUBEN LUIS COTERA BARZOLA CIP N° 116008

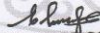
Nombrados según RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL N° 324-2015-CO-P-FIMEA, de fecha 25 de agosto de 2016.

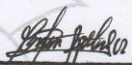
Concluida la Sustentación del Tema de Actualidad se procede a registrar la nota obtenida en el Examen de Conocimientos Profesionales y la nota obtenida en la Sustentación del Tema Específico de Actualidad, para obtener el Promedio Final del Examen de Suficiencia.

BACHILLER EVALUADO (A): **CONTRERAS SULCA, Yens Yonathan**

NOTA DEL EXAMEN DE CONOCIMIENTOS PROFESIONALES	NOTA DE SUSTENTACIÓN DEL TEMA ESPECIFICO DE ACTUALIDAD	PROMEDIO	CONDICIÓN	EQUIVALENTE
15	16	16	Aprobado	Bueno


-----SECRETARIO-----
HECTOR FELIPE
VELASQUEZ CABANILLAS
INGENIERO ELECTRONICO
Reg. CIP N° 171657


ELMER JAVIER CORDOVA ZAPATA
INGENIERO MECATRONICO
Reg CIP N° 97004
PRESIDENTE


RUBEN LUIS
COTERA BARZOLA
INGENIERO ELECTRONICO
Reg. CIP. N° 116008
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres y hermanos agradeciéndoles por su apoyo incondicional y la paciencia que me tuvieron. Todo lo que soy es gracias a ustedes.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado y protegido a lo largo de mi carrera, por darme salud y felicidad. También agradezco a mis padres Edith Alejandrina Sulca Céspedes, Secinio Contreras Castro por darme su apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanos y demás familiares por su apoyo y consejos que me brindaron.

A Mis profesores por compartir sus Conocimientos y experiencias conmigo y por su apoyo en el transcurso de mi carrera.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	2.
1.2. Justificación del Proyecto.....	3
1.3. Delimitación del Proyecto.....	3
1.4. Formulación del Problema.....	4
1.4.1 Problema General.....	4
1.4.2 Problemas Específicos.....	4
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo General.....	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	5
2.2 Bases Teóricas.....	7
2.2.1 Aspectos Generales de Microondas.....	7
2.2.2 Clasificación de las Ondas Electromagnéticas.....	7
2.2.3 Enlaces Microondas Punto A Punto.....	8
2.2.4 Modulación.....	9
2.2.5 Polarización.....	10
2.2.6 Unidad Exterior-ODU (OUDOOR UNIT).....	10
2.2.7 Unidad Interior –IDU (INDOOR UNIT).....	13
2.2.8 Router.....	13
2.3 Marco Conceptual.....	15

2.3.1 Radio Enlace Terrestre	15
2.3.2 coordenadas Geográficas.....	16
2.3.3 Longitud de Onda.....	17
2.3.4 Zona de Fresnel.....	18
2.3.5 Factor k de Curvatura "K" de la Curvatura de la Tierra.....	19
2.3.6 Perdida en el espacio libre.....	19
2.3.7 Perdida por desvanecimiento.....	20
2.3.8 Margen de despeje sobre Obstáculo.....	21
2.3.9 Altura de la Antena.....	22
2.3.10 Ganancia de la Antena.....	24

CAPÍTULO III: DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

3.1 Análisis de la Zona de Implementación.....	25
3.1.2 Característica de La Provincia de Rioja.....	26
3.1.3 topología del Sistema Celular.....	27
3.1.4 Asignación de Frecuencia.....	28
3.2 Diseño Del Sistema....	28
3.2.1 Elaboración del perfil topográfico.....	29
3.2.2 Calculo del Enlaces.....	31
3.2.2.1 Características de Enlaces	32
3.2.2.2 Perfil Geográfico.....	32
3.2.2.3 Zona de Fresnel.....	36
3.2.2.4 Altura de las Antenas.....	37

3.2.2.5 Margen Despeje sobre Obstáculo.....	39
3.2.2.6 Pérdida en Espacio Libre	40
3.2.2.7 Pérdida de los alimentadores.....	41
3.2.2.8 Perdido por Desvanecimiento	43
3.2.2.9 Ganancias de la Antena.....	44
3.2.2.10 Cálculo de Potencia del Receptor	45
3.2.2.11 Simulación con el Programa Pathloss.....	47
3.2.3 Instalación de equipos.....	51
3.2.3.1 Instalación Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical.....	52
3.2.3.2 Instalación Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.....	59
3.3 Consolidación De Resultados.....	65
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	72

ANEXO 1

PANTALLAS DE LA CONFIGURACIÓN UTILIZANDO EQUIPOS DE TRASMISIÓN DE LA MARCA SIAE MICROELETTRONICA.

Pantallas enlace: Ebc Pajonal dir. Ebc Moliner Tropical

Figura 1.1 – Nombre del Enlace, IP de Gestión, Modelo de IDU.....	72
Figura 1.2 – Ancho de Banda, Modulación	73
Figura 1.3 –Asignación de Frecuencia y Canal.....	73
Figura 1.4 – Lan 1 Habilitado.....	74
Figura 1.5 – Lan 2 Habilitado.....	74

Pantallas enlace: Ebc Valle Grande dir. Ebc Pajonal:

Figura 1.6 – Nombre del Enlace, IP de Gestión, Modelo de IDU.....	75
Figura 1.7 – Ancho de Banda, Modulación	75
Figura 1.8 – Frecuencias de frecuencia y Canal.....	76
Figura 1.9 – Lan 1 Habilitado	76

ANEXOS 2

Especificaciones Técnicas

1. IDU: ALCPLUS 2e ,1+0, 4GE.....	77
2. ODU: ASN8.....	79
3. ANTENA MODELO SLU 0678DS6 ; D: 0.6m.....	82
4. ANTENA MODELO SLU1278DS6 ; D: 1.2 m.....	84

LISTA DE FIGURAS.

Figura. 1.1 -Espectro electromagnético.....	8
Figura 1.2- Enlace Punto A Punto.....	9
Figura 1.3- Ejemplo de Modulación.....	10
Figura 1.4- Sub Banda HI-Lo.....	11
Figura 1.5- Odu y Antena.	11
Figura 1.6- Acoplador Hibrido.	12
Figura 1.7 -Tipo de cable.....	12
Figura 1.8 –IDU SIAE.....	13
Figura 1.9- Router TELLABS.	14
Figura 2.1- Enlaces Microondas.	15
Figura 2.2- Coordenadas Latitud y Longitud.	16
Figura 2.3- Longitud de Onda.	17
Figura 2.4- Zona de Fresnel.	18
Figura 2.5- Margen de Despeje (hc).....	22
Figura 2.6- Esquema de cálculo de Antenas.	23
Figura 2.7- Antena.....	24
Figura 2.8-Departamento De San Martin.	26
Figura 2.9-Grafico de Célula.	27
Figura 3.1- 1°Enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical.	30
Figura 3.2 - 2°Enlace: Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.	30
Figura 3.3-Visión de dos Enlaces Microondas.	31

Figura 3.4 Enlace Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical.	33
Figura 3.5- Perfil de elevación Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical.	33
Figura 3.6- Enlace Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.	34
Figura 3.7-Perfil de Elevación Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.	35

Enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical

-Fotos de la instalación en Molinera Tropical:

Figura 3.8- Ebc Molinera Tropical.	53
Figura 3.9- Instalación de la IDU, Breaker en Ebc Molinera Tropical.	54
Figura 4.1-IDU Pasante de servicio LAN1 (4G Valle Grande), LAN2 (4G Pajonal).....	54
Figura 4.2-Tellabs Pasante de Servicio ,4G Valle Grande,4G PAJONAL, Gestión.....	55
Figura 4.3-Torre y Antena Instalada	55
Figura 4.4- Antena y Odu Instalada en Torre.	56

-Fotos de la instalación en Pajona:

Figura 4.5-Ebc Pajonal.....	56
Figura 4.6- Instalación de la IDU, Breaker en Ebc Pajonal.	57
Figura 4.7- IDU Pasante de Servicio LAN2 (4G Pajonal) LAN1 (4G Valle grande).....	57
Figura 4.8-Torre y Antena Instalada.....	58
Figura 4.9- Antena y Odu Instalada en Torre (Apuntando a M.Tropical).....	58

Enlace: Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal

-Fotos de la instalación en Ebc Pajonal:

Figura 5.1-Instalación de la IDU, Breaker en Ebc Pajonal.....	60
Figura 5.2-IDU Pasante de servicio LAN1 (4G Ebc Valle Grande) y Gestión.....	60

Figura 5.3- Torre y Antena Instalada.	61
Figura 5.4- Antena 0.6m, ODU Instalada en Torre (Apuntando a V.GRANDE).....	61
-Fotos de la instalación en Ebc Valle Grande:	
Figura 5.5-Ebc Valle Grande.....	62
Figura 5.6- Instalación de la IDU, Breaker en Ebc Valle Grande.....	63
Figura 5.7- IDU Pasante de Servicio LAN1 (4G Ebc Valle Grande) y Gestión.....	64
Figura 5.8- Torre y Antena Instalada.....	64
Figura 5.9- Antena 1.2m, ODU Instalada en Torre (Apuntando a Pajonal)	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Banda de Frecuencias.....	7
Tabla 2 -Coordenadas Ebc M.tropical,Ebc Pajonal,EbcValle Grande.....	29
Tabla 3 - Coordenadas, Altura de Antena, Distancia de Enlace.	34
Tabla 4 - Coordenadas, Altura de Antena, Distancia de Enlace.	35
Tabla 5 - Simulación del enlace Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical.	48
Tabla 6 - Perfil del enlace Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical.	49
Tabla 7- Simulación del Enlace Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.	50
Tabla 8- Perfil del enlace Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.	51
Tabla 9 - Cuadro de Asignación de Puertos Servicio y Gestión. (Enlace 1)	53
Tabla 10- Cuadro de Asignación de Puertos Servicio y Gestión (Enlace 2).....	59
Tabla 11- Comparación de Valores Teórico y Simulados (Enlace 1).....	65
Tabla 12- Comparación de Valores Teórico y Simulados (Enlace 2).....	66

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación lleva por título “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENLACES DE MICROONDAS PARA LA AMPLIACIÓN DE RED TELEFÓNICA EN LOS CASERÍOS PAJONAL Y VALLE GRANDE EN LA PROVINCIA DE RIOJA DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN”, para optar el título de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, presentado por el alumno YENS YONATHAN CONTRERAS SULCA

El presente trabajo de implementación se desarrolla como parte de la expansión de la red de Telefonía Celular.

A continuación se mostrara como se desarrollara el diseño y la implementación de dos radio enlaces microondas que unen las ciudades de Rioja, Pajonal y Valle Grande, la cual nos permitirá conocer un sin fin de variables que salen a luz a la hora del diseño y la instalación.

Principalmente nos enfocaremos en RF utilizando equipos ALCplus2E (IDU) en configuración 1+0, capaz de llegar a una modulación de 256QAM con 56 MHz de ancho de Banda, ODU de 8GHZ de la marca SIAE MICROELECTTRONICA La cual nos permitirán llevar todo el tráfico para poder ser usados por los equipos 3,4g que se instalaran en estas estaciones. Según los diseños y estudios técnicos como (TSS) y PATHLOSS se realizara la instalación y la configuraron del enlace.

La estructura que hemos seguido en este proyecto se compone de 3 capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el segundo capítulo el desarrollo del marco teórico y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

El caseríos de Pajonal están a 820 msnm, ubicado en el distrito de Calzada Provincia de Calzada cuyas coordenadas son $5^{\circ} 58'20.60''S$ $77^{\circ} 5'36.50''O$, y Valle Grande a 814 msnm, ubicado en Distrito de Elías Soplin Vargas de la provincia de Rioja cuyas coordenadas son $5^{\circ}58'6.49''S$ y $77^{\circ}14'56.94''O$; estas se encuentra en el departamento de San Martin.

La situación actual de los caseríos de Pajonal y Valle Grande es que se encuentra en crecimiento poblacional por lo que estos han construido una escuela y una pequeña postas pero hasta la fecha no cuentan con acceso a tecnología móvil, voz, internet.

Solo en algunas horas del día y buscando puntos altos se puede obtener señal de telefónica celular. Cuando existen emergencias producto del mismo clima de la zona o cuando desean realizar actividades importantes los pobladores ven necesario ir hacia otros caseríos cerca a la ciudad de RIOJA, perdiendo tiempo, para poder pedir ayuda a las autoridades respectivas. Estos caseríos necesitan urgentemente satisfacer sus necesidades de comunicaciones.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Debido al crecimiento poblacional y la falta de comunicación, no se cuenta con acceso a tecnología móvil o solo en algunas horas y esta se va degradado por los fenómenos atmosféricos y la obstaculización del terreno, es por ello que se decide realizar el diseño y la implementación de dos nuevo enlace microondas, se instalara un enlace microondas en la Ebc Molinera Tropical, ubicado en la Provincia de Rioja, la cual llevara el servicio para los dos caseríos, Pajonal y Valle Grande

Los dos enlaces microondas que se realizarán fueron nombrados de la siguiente manera:

1°Enlace: Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical.

2°Enlace: Ebc Valle Grande dir. Ebc Pajonal

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 CONCEPTUAL

El diseño y la implementación de este proyecto permitirán utilizar diversos conceptos fundamentales de redes de microondas y las demás tecnologías que definan la mejora en el uso del espacio radio eléctrico.

1.3.2 ESPACIAL

Este trabajo se realizó en los caseríos de Pajonal y Valle Grande en la Provincia de Rioja.

1.3.3 temporal

Comprende el periodo de Enero 2016 a Marzo del 2016.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿De qué forma se podrá implementar redes de microondas para poder satisfacer la necesidad de comunicación en los caseríos de Pajonal y Valle Grande?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Es factible realizar un enlace microondas en los caseríos Pajonal y Valle Grande?

¿Cuál es el procedimiento para realizar enlaces microondas?

¿Qué equipos microondas cumplen los requerimientos para llevar comunicación a los caseríos?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar dos enlaces microondas que permitan llevar tráfico, telefonía móvil, voz, internet a los caseríos de Pajonal y Valle Grande permitiendo así la comunicación y acceso a las tecnologías.

1.5.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Analizar y determinar todos los requerimientos que permitan que sea factibles los enlaces microondas.
- Los procedimientos correctos para la implementación y configuración del enlace cumpliendo con las especificaciones necesarias para garantizar el correcto servicio.
- Determinar los equipos microondas que cumplan con los requerimientos de comunicación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A lo largo de la investigación, se encontraron varias tesis que sirvieron de ayuda para el presente proyecto, entre ellas están:

1. Diseño de un Enlace De Microondas dedicado entre las Bases de Acajate, Cuacnopala, Esperanza y una Central En Puebla, México D.F, Diciembre 2007 Presentado por, Flores Mercado Miguel Ángel, Hernández Pérez Marco Antonio, Martínez Montoya Wady. En el cual se manifiesta que:

Realizan un enlace microondas entre la central de conmutación del estado de Puebla y las comunidades a fin de poder extender la red Telefónica Celular.

2. Ampliación de Capacidad de la Microondas para la red WAN de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. en la ciudad de Cuenca, Quito, diciembre de 2012 Presentado por Darío Xavier Terán Lascano .En el cual se manifiesta que:

"La aplicación de la red permitirá el transporte y comunicación de todas las agencias de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. y el acceso a internet de las escuelas y comunidades de la zona a través de un proyecto en conjunto con la SENACYT."

3. Fundamentos infraestructura, diseño e implementación de un enlace punto a punto de microondas dentro de la jerarquía Digital Plesiocrona (PDH) en Mexico D.F Enero 2007 .Presentado por Roberto Carlos Catro Jaramillo,Edgar Alan Cobos Garcia.en el cual se manifiesta que :
Buscan diseñar una herramienta de cálculo alternativa que sea capaz, eficaz, confiable y de bajo costo para los estudiantes, capaz de proyectar y calcular enlaces punto a punto de microondas.

4. Análisis de Alternativa de Optimización del Sistema de Comunicaciones Petroproduccion Enlace distrito Quito-distrito Amazónico.Enero 2007.Presentado por Victor Vinicio Rosero Almeida en el cual se manifiesta que :
Se plantea diseñar una ruta que permita una correcta administración de la red, un debido control de volumen de información, monitoreo de los puntos de enlace y un mantenimiento en forma automática local y remota.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 ASPECTOS GENERALES DE MICROONDAS

David Pozar (1993) define “Microondas” aquellas ondas electromagnéticas que se propagan en el espacio radio eléctrico y que se encuentran dentro de un intervalos de frecuencias comprendidos entre los 300 MHz y 300 GHz, La cual es muy útil para poder realizar enlaces inalámbricos fijos de comunicación punto a punto. A continuación se muestra una tabla de bandas del espectro radioeléctrico la cual contiene El rango de las microondas y sus respectivos USOS:

Frecuencias	Designación	Servicios Típicos
3 – 30 KHz	VLF (Muy baja frecuencia)	Navegación, sonar
30 – 300 KHz	LF (Baja frecuencia)	Radio Guía, ayudas a la navegación
0.3 – 3 MHz	MF (Media frecuencia)	Radiodifusión AM, Servicios Marítimos
3 – 30 MHz	HF (Alta frecuencia)	Telefonía, telégrafo, banda ciudadana, comunicaciones mar – tierra y mar - aire
30 – 300 MHz	VHF (Muy alta frecuencia)	Televisión, Radiodifusión FM, control tráfico aéreo, ayudas a la navegación
0.3 – 3 GHz	UHF (Ultra alta frecuencia)	Televisión, hornos domésticos, comunicaciones satélite, radares de vigilancia
3 – 30 GHz	SHF (Súper alta frecuencia)	Radares embarcados, de policía, de aeropuertos, comunicaciones vía satélite, radioenlaces, televisión por cable
30 – 300 GHz	EHF (Extremadamente alta frecuencia)	Radar, localización de misiles

Tabla 1 -Banda de Frecuencias

Fuente: UIT Recuperado de: <http://escritura.proyectolatin.org/aplicaciones-y-teoria-de-ingenieria-de-microondas/las-microondas/>

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Las ondas electromagnéticas incluyen las ondas de bajas frecuencias y de larga longitud de onda hasta las ondas de altas frecuencias que tienen longitud de onda más pequeña.

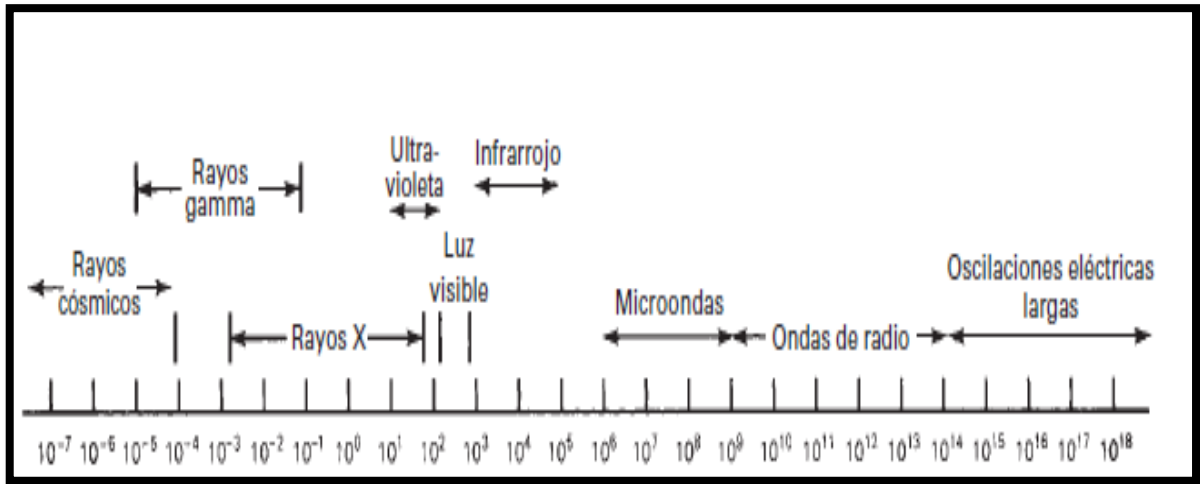


Figura 1.1 -Espectro Electromagnético.

Fuente: Tomasi, W. (2003). Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Figura 1-4

2.2.3 ENLACE MICROONDAS PUNTO A PUNTO

Es un enlace que permite establecer la conexión entre dos puntos fijos situados sobre la superficie terrestre a través de la propagación de la onda electromagnética en el espacio libre.

Dichos enlaces van depender de cómo se encuentre el área geográfica, los obstáculos, cambios climáticos que pueden tener en el área de cobertura; que es por donde viajan las ondas de microondas teniendo por objetivo transmitir la información de una estación a otra sin interrupción.

Un enlace microondas transmite en el sentido FULL DUPLEX en la cual usa dos portadoras moduladas: una para la transmisor (frecuencia alta) y otra para la recepción (frecuencia baja)

El transmisor envía la señal digital ya modulada utilizando un frecuencia alta, esta viaja por el espacio radioeléctrico (espacio libre) llegando al receptor la cual se encarga de procesar la señal recibida para solo obtener señal digital.

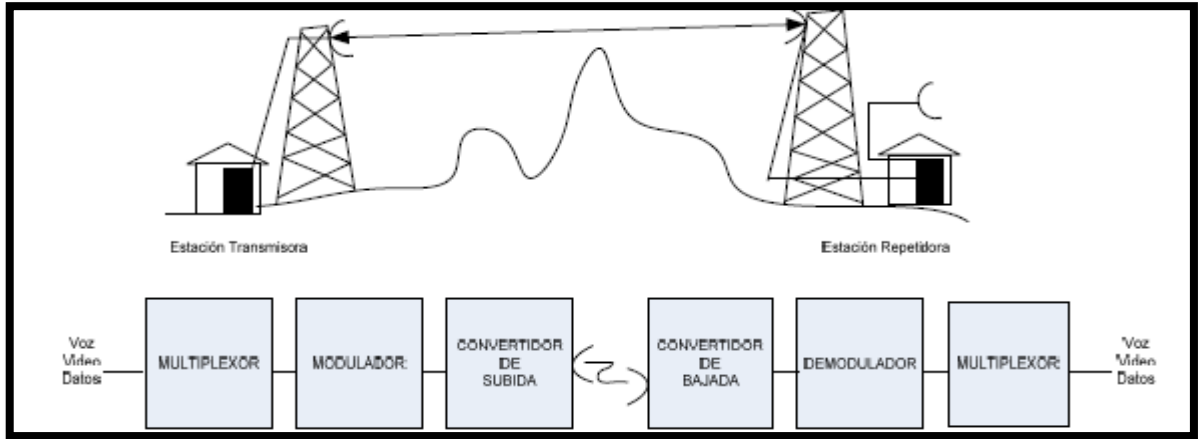


Figura 1.2- Enlace Punto A Punto

Fuente: Flores, M.; Hernández, M y Martínez, W.(2007). "Diseño de un Enlace Microondas Dedicado entre las Radio Bases de Acajate ,Cuanopala,Esperanza y una Central en Puebla. Figura 1-8

2.2.4 MODULACIÓN

Wayne TOMASI (2003).Es un proceso que se utiliza para transportar información sobre una onda portadora, mezcla dos señales con el fin de obtener una sola. Combinar estas señales de alta frecuencia y de gran potencia (señal Portadora) con la señal de información de baja frecuencia (señal moduladora) y haciendo uso de un canal de comunicación nos permiten llevar la información, protegiéndola de interferencia y ruidos, a través de grandes distancias.

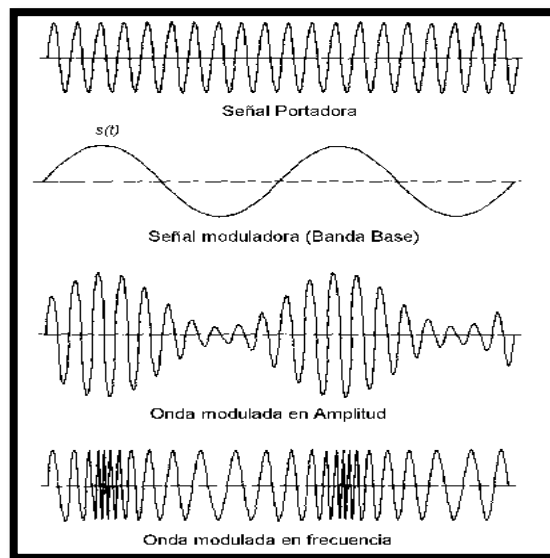


Figura 1.3- Ejemplo de Modulación.

Fuente: Artículo sobre redes, Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información.
 Recuperado de: <http://www.eveliux.com/mx/Modulacion.html>

2.2.5 POLARIZACIÓN

Es una propiedad de las ondas electromagnéticas que les permite oscilar en diferente orientación.

Si el campo eléctrico se propaga en dirección paralela a la superficie terrestre, se dice que la onda está polarizada horizontalmente. Si el campo eléctrico se propaga en dirección perpendicular a la superficie terrestre, se dice que la onda está polarizada verticalmente. Estas dos tipos ondas se les denomina polarización lineal o polarización plana

2.2.6 UNIDAD EXTERIOR –ODU (OUDOOR UNIT)

Es la unidad de radio (Odu) puede integrarse con la antena o estar conectada a través de un guía de ondas flexible .La definimos por una sub banda alta o baja (HI-Lo) y por su frecuencia de uso respecto a la frecuencia utilizada en el enlace microondas .Un enlace está compuesto, dependiendo de su configuración, por dos radios en el mismo canal y sub bandas diferentes así como se aprecia en la figura

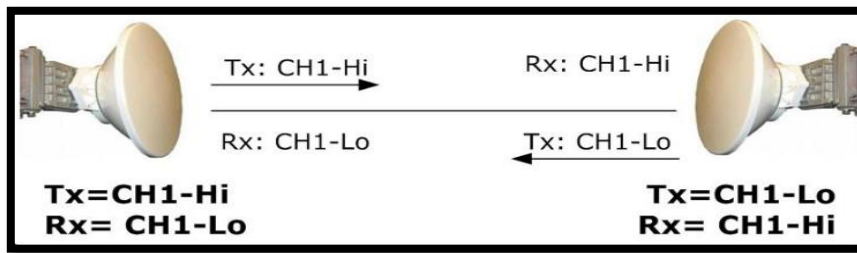


Figura 1.4- Sub Banda High-Low.

Fuente: Martínez, T. Radio enlaces microondas. Recuperado de: <http://www.telequismo.com/2012/07/radioenlaces-microondas-en-banda.html>

También se comprende los siguientes elementos externos:

- Antena

Es el elemento encargado en determinar cómo se llevara a cabo la radiación.



Figura 1.5- Odu y Antena.

Fuente: Siae Microelectronica. Recuperado de: http://www.digitalairwireless.com/files/SIAE-ALS-Series-Brochure_1369146012.pdf

- Acoplador o Híbrido

Es el elemento q permite juntar la señal de 2 radios y enviarlas por una sola antena.



Figura 1.6- Acoplador Híbrido.

Fuente: Digital Broadcast Stl/Tsl Solution. Recuperado de:
http://www.starmicrowave.com/Cirius_LM.aspx

- Cableado

El uso del material para realizar el cableado dependerá del tipo de instalación las cuales varían entre Guías De Onda, Cable Coaxial, FTP de exterior o FIBRA OPTICA.

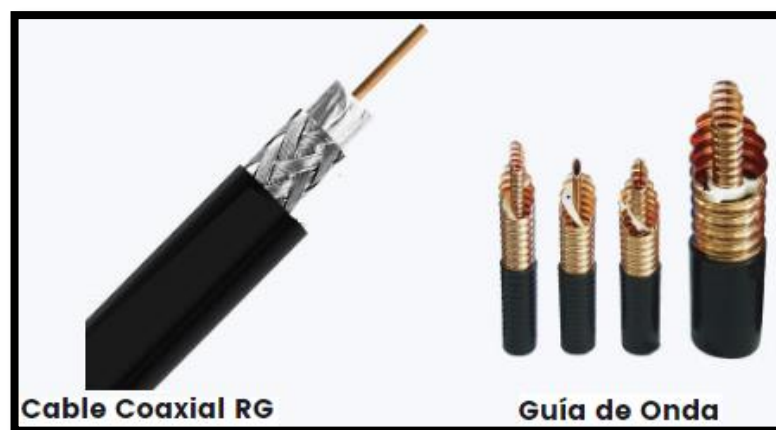


Figura 1.7 -Tipo de Cable.

Fuente: Redes de Microondas. Recuperado de:
<http://www.c3comunicaciones.es/redes-de-microondas/>

2.2.7 UNIDAD INTERIOR –IDU (INDOOR UNIT)

Es el elemento encargado de recibir la señal de la unidad externa (ODU) y se instala dentro de la sala de transmisiones, ambas van conectadas por medio de un Cable Coaxial. Las cualidades de estos equipos son muchas y todas varían de acuerdo al servicio y capacidad que se quiera transmitir.



Figura 1.8 –IDU SIAE.

Fuente: Siae Microelectronica. Recuperado de:
http://www.digitalairwireless.com/files/SIAE-ALS-Series-Brochure_1369146012.pdf

2.2.8 ROUTER

El Router es conocido de dos diferentes formas dependiendo de la región en donde nos encontremos es así que lo conocen como enrutador o encaminador. Es un dispositivo que se encuentra en la capa 3 del modelo OSI y permite la interconexión de redes de ordenadores y segmento de red o redes enteras. Envía paquetes de entre redes usando la información de la capa de red logrando así un camino o ruta que sea más adecuado. Sus decisiones se basan en diversos parámetros, una de las más importantes es decidir la dirección de la red hacia la que va destinado el paquete otra decisión que toma es la carga del tráfico en la red en los diferentes interfaces de red del Router y determinar la velocidad de cada uno de ellos claro todo dependiendo del protocolo que utilice.

Los protocolos de enrutamiento son aquellos protocolos que se utilizan en los Router o encaminadores para comunicarse entre sí y compartir información. Los

protocolos más usados son estáticos y dinámicos, RIP (versión 1 o versión 2), OSPF (versión 1, 2,3), EGP.

El Router presenta cuatro componentes que permiten realizar distintas funciones las cuales son:

- Puertos de entrada: encargada de realizar funciones de capa física consistente en la terminación de un enlace físico de entrada al Router .Realízala la función de búsqueda y reenvió de modo que un paquete reenviado dentro del entramado de conmutación del encaminador emerge en el puerto de salida apropiado.
- Entramado de conmutación: conecta los puertos de entrada del Router con sus puertos de salida.
- Puertos de salida: guarda todos los paquetes (datos) que han sido reenviados a través del entramado de conmutación y los transmite al enlace de salida. Esto nos permite entender que se está realizando la función inversa de la capa física y de la capa de enlace que el puerto de entrada.
- Procesador de encaminamiento: ejecuta los protocolos de encaminamiento mantiene la información de encaminamiento y las tablas de reenvió y realiza funciones de gestión de red dentro del Router.



Figura 1.9- Router TELLABS.

Fuente: Tellbas. Recuperado de:

<http://www.pariosolutions.com/wp-content/uploads/2012/10/tlab8600sysoverview.pdf>

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Aspectos fundamentales que deben considerarse para el cálculo de un enlace microondas se detallaran a continuación.

2.3.1 RADIO ENLACE TERRESTRES

Es la interconexión entre los terminales (estaciones) fijos o móviles, de telecomunicaciones, situados sobre la superficie terrestre. Están clasificados por estaciones terminales o repetidoras que trabajan desde 2 a 50Ghz.

Estos enlaces terrestres deben situarse en puntos visibles y altos para que tengan una correcta propagación también se debe considera los factores atmosféricos de la región, los obstáculos que existen en el trayecto .Todos estos factores deben ser considerados para que no exista perdida de la señal (Atenuación o Perdida de Potencia) .Todo este previo estudio de campo Se conoce como **TSS** (TECHNICAL SITE SURVEY) y **LOS** (LINE OF SIGHT-LINEA DE VISTA)



Figura 2.1- Enlaces Microondas.

Fuente: sistemas de comunicaciones II. Recuperado de:
<http://sistemascomunicacionesunefa.blogspot.pe/>

La aplicación de sistemas microondas terrestres es:

- Telefonía fija y celular
- Datos
- Telefax
- Video

2.3.2 COORDENADAS GEOGRAFICAS

Las coordenadas geográficas nos permiten localizar o ubicar con precisión diversos espacios sobre la superficie del planeta. Se componen de dos ejes: los paralelos que miden la latitud norte o sur y meridianos que miden la longitud este u oeste.

Latitud: Es la distancia que existen entre un punto de la superficie terrestre y el ecuador. Los lugares que se encuentran al norte del ecuador se llaman Latitud Norte y los que se encuentran al Sur del Ecuador se llaman Latitud Sur

Longitud: Es la distancia que se existe entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el meridiano de Greenwich. La longitud es menor a 180 conociéndose así como longitud ESTE (E) u OESTE (W)

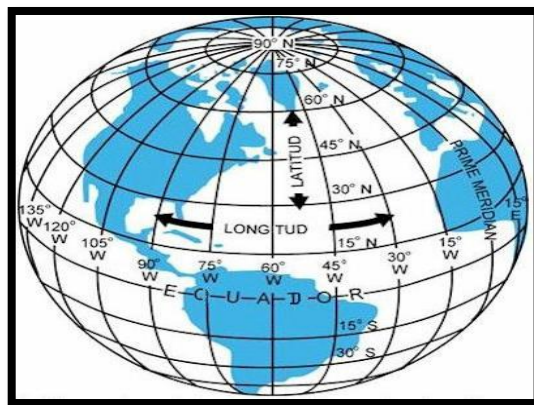


Figura 2.2- Coordenadas Latitud y Longitud.

Fuente: Coordenadas Geográficas. Recuperado de:
<http://ceibal.elpais.com.uy/las-coordenadas-geograficas/>

2.3.3 LONGITUD DE ONDA:

Se define longitud de onda λ como la distancia de una onda o la distancia entre dos crestas, electromagnética en un determinado intervalo de tiempo.

La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia de la onda, esto quiere decir que tendremos una longitud de onda larga usando una frecuencia baja y una longitud de onda corta usando una frecuencia alta.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Donde:

V: 3×10^8 m/s , Es la velocidad de propagación de la onda

F: Frecuencia (Hertz)

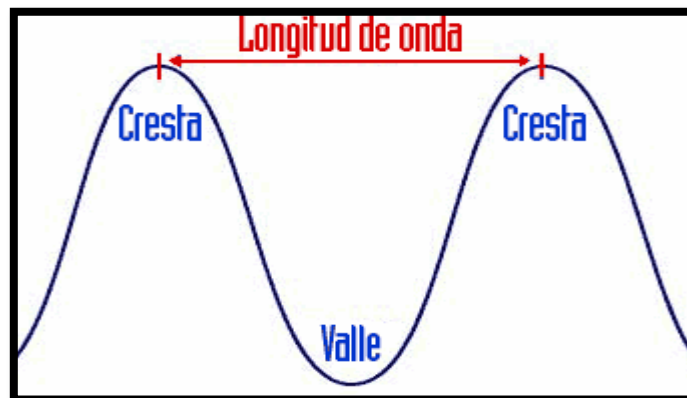


Figura 2.3- Longitud de Onda.

Fuente: Longitud de Onda y frecuencia. Recuperado de:
<https://2010301400isaacmerida.wordpress.com/tag/longitud-de-onda/>

2.3.4 ZONA DE FRESNEL

La Zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que debe de pasar sobre un obstáculo y que se tiene que considerar en la instalación de enlaces microondas.

El lóbulo de la 1 era Zona de Fresnel debe de estar libre de obstáculos ya que si lo hay obstáculo por más pequeño que sea esta ocasionara la disminución de la intensidad de la señal recibida.

La fórmula para hallarla el radio de primera Zona de Fresnel es la siguiente:

$$h_o = \frac{\sqrt{(\lambda d_1 d_2)}}{\sqrt{d}}; \text{ unid: Metros}$$

La fórmula para hallar el radio las demás(n) Zonas de Fresnel es la siguiente:

$$h_o = \frac{\sqrt{n(\lambda d_1 d_2)}}{\sqrt{d}}; \text{ unid: Metros}$$

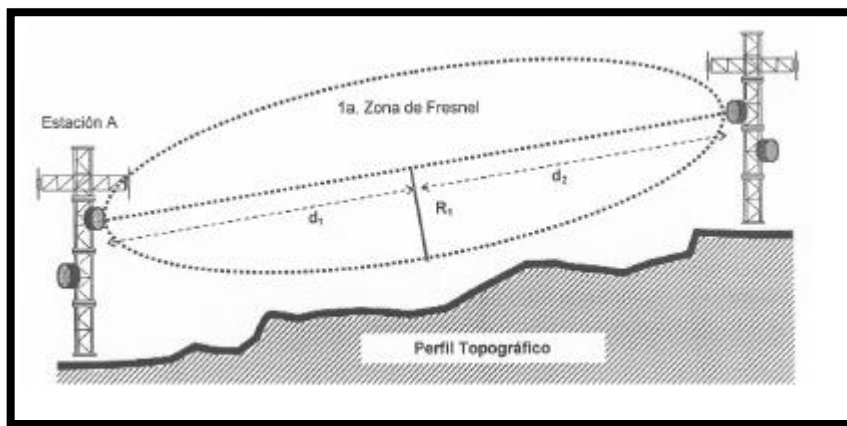


Figura 2.4- Zona de Fresnel.

Fuente: Castro, R. (2007). Fundamento, Infraestructura, diseño e implementación de un enlace Punto a Punto de Microondas dentro de la Jerarquía Digital Plesiocrona (PDH) en México. Figura 2.16

2.3.5 FACTOR "K" DE CURVATURA DE LA TIERRA

A causa de la curvatura de la tierra todo haz electromagnético sufre refracción troposférica .esto provoca que la trayectoria del haz ya no sea línea recta sino sufrir una ligera variación en su trayectoria.

El factor K Es el valor que toma la curvatura de la tierra y se considera para el estudio de line de vista (Line Los). A distancias grandes en los radio enlaces la curva de la tierra permite que los obstáculos interfieran aún más. Los valores van a depender de la utilidad que se desea dar como:

- K=4/3 usada para zonas con clima polar o clima templados .En los enlaces microondas punto a punto representa 1/3 sobre la curvatura de la tierra
- K=3/2 usada para zonas con clima cálida.
- K=2/3 utilizado para considerar el fenómeno de sub refracción de la Onda, se encuentra 1/3 debajo de la curvatura **natural** de la tierra.

2.3.6 PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE

Toda señal de radio pierde potencia al viajar por el aire y a medida que se va alejando del equipo trasmisor, ya q se irradia a mayor espacio.

La pérdida de espacio libre se obtiene de la siguiente manera:

$$L_t = \left(\frac{4\pi DF}{\lambda} \right)^2$$

Donde:

D: distancia entra la antena de transmisión y antena de recepción.

λ :Longitud de onda

Expresando la ecuación en decibeles obtendríamos la siguiente forma:

$$L_t(dB) = 92.44 + 20 \log(F) + 20 \log(D)$$

Donde:

F: Frecuencia en GHz.

D: Distancia en Km

2.3.7 PERDIDA POR DESVANECIMIENTO

Es la variación de la pérdida en señal a consecuencia de distintos fenómenos que tiene efecto a corto y largo plazo, por ello es necesario considerar un margen de desvanecimiento (**Ld**) que nos permita corregir esta pérdida.

La pérdida de desvanecimiento se obtiene de la siguiente manera:

$$L_d(dB) = 30 \log(D) + 10 \log(6ABF) - 10 \log(1 - R) - 70$$

Donde:

F: Frecuencia en GHz.

D: Distancia en Km

A: Es un constante que dimensiona la rugosidad del terreno y el entorno de propagación variando desde:

- 4 para terreno sobre agua caso muy desfavorable.
- 1 para terreno promedio

- 0.25 para terreno áspero y montañoso, caso muy favorable.

B: es valor que pondera el clima variando desde:

- 1 para áreas marinas , caso desfavorable
- 0.5 áreas calientes y húmedas
- 0.25 para áreas promedios
- 0.125 para áreas muy secas o montañosas, caso muy favorable

R: Es el valor de la confiabilidad porcentual que deben estar entre 99.70% y 99.99%.

- 70: es una constante relacionada con un VER no menor a 10-6

2.3.8 MARGEN DE DESPEJE SOBRE OBSTÁCULO

Es un margen de despeje (**hc**) exacto sobre el obstáculo en el trayecto de propagación y se calcula de la siguiente manera:

$$hc = h1 - \frac{d1}{D} (h1 - h2) - \frac{d1d2}{2ka} - hs$$

Donde:

Hs: Es la altura de un obstáculo

d1: Es la distancia del extremo más cercano al obstáculo (km)

d2: Es la distancia más lejana al obstáculo (Km)

D: Esta la distancia total del trayecto entre el equipo transmisor y receptor

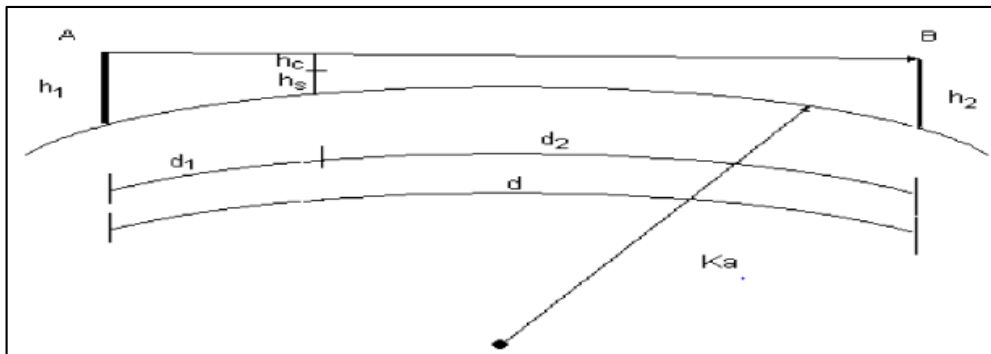


Figura 2.5- Margen de Despeje (h_c)

Fuente: sacramento, j. (2015). "Propuesta de diseño de una red vía microonda para aplicaciones de seguridad y comunicación entre la municipalidad y agencias de servicio municipal en el distrito de Villa el Salvador". Figura 2.6

2.3.9 ALTURA DE LA ANTENA

Para calcular la altura de una antena, en este caso de la antena 2(estación 2), debemos ya tener el valor de la altura de la antena 1 esto porque ya se izó un estudio en la estación 1.

Los parámetros que se usan en la siguiente formula han sido considerados del cálculo de la primera Zona de Fresnel.

$$h_2 \geq \left\{ \frac{d}{d_1} (h_0 + h_s) - \frac{d_2}{d_1} (h_1) + \frac{d d_2}{2ka} \right\}; \quad \text{unid: metro}$$

Donde:

h_0 : 1era Zona de Fresnel

D: Distancia de vano (distancia del enlace).

d_1 : Distancia más cercana al obstáculo.

d_2 : Distancia más leja a al obstáculo.

h_1 : Altura de la antena (valor conocido se izó un estudio previo en la estación 1)

h_s : Altura de un obstáculo

k =Coeficiente de radio de la tierra

a =Radio dela tierra 6.37×10^6 mt

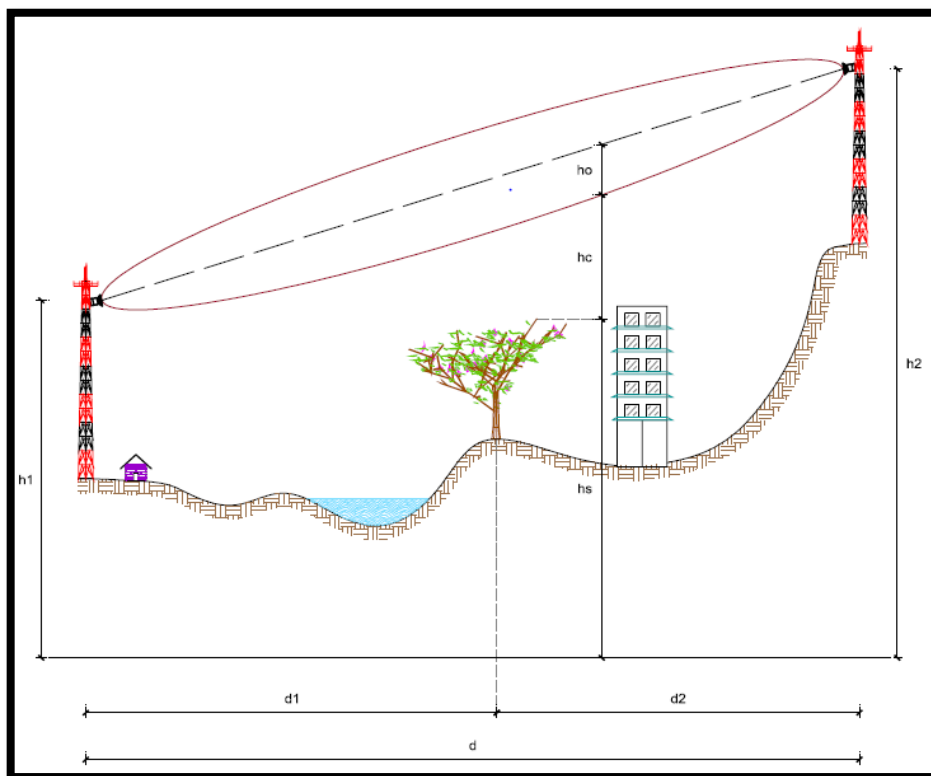


Figura 2.6- Esquema de Cálculo de Antenas.

Fuente: Castro, R. (2007). Fundamento, Infraestructura, diseño e implementación de un enlace Punto a Punto de Microondas dentro de la Jerarquía Digital Plesiocrona (PDH) en Mexico. Figura 2.27

2.3.10 GANANCIA DE LA ANTENA

Una forma de describir el funcionamiento de un antena es por su ganancia y directividad ya q nos permite saber q tan eficiente resulta la antena parabólica.

La ganancia va depender de factores como el diámetro del plato, de la precisión geométrica del reflector esto quiere decir que a mayor diámetro de la antena la ganancia aumenta ya que se logra concentrar más energía en el foco

$$Ap = n \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$

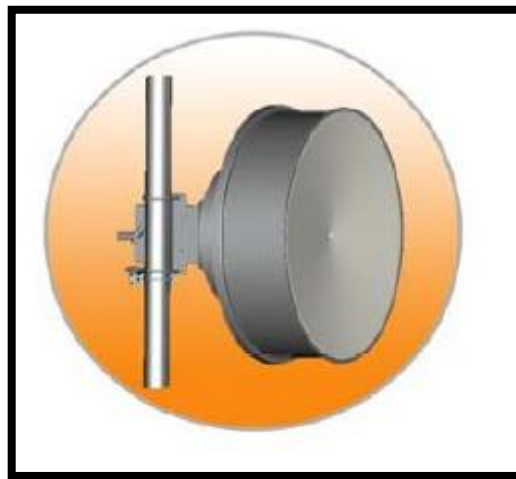


Figura 2.7- Antena

Fuente: Siae Microelectronic. Recuperado de:
<http://www.miro.co.za/catalogue/siae-outdoor-17ghz-120cm-wireless-parabolic-dish-antenna-45dbi/>

CAPITULO III

DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

3.1 ANALISIS DE LA ZONA DE IMPLEMENTACIÓN

El presente proyecto fue realizado a pedido de Telefónica del Perú con la finalidad de poder extender más su red de telefonía Celular y llevar más comunicación a los caseríos de Pajonal y Valle Grande ubicado la Provincia de Rioja del departamento de San Martín.

Se realiza dos enlaces Microondas cuyo servicio saldrá de la Ebc Molinera Tropical ubicado en la Provincia de Roja.

Se realiza el proyecto con equipos de transmisión, recepción de la marca SIAE MICROELETTRONICA que serán escogidos de acuerdo a las características que se necesiten y la especificaciones que se den al realizar al análisis del enlace.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PROVINCIA DE RIOJA

La provincia de Rioja se encuentra ubicada en el valle de alto Mayo en el departamento de San Martín limitando por el NOR ESTE con la provincia de Moyobamba, Sur Oeste con la provincia de Moyobamba y NOR ESTE con el Departamento de Amazonas.

Rioja cuenta con una superficie aproximada de 2535.04 km^2 , cuenta con 9 distritos y ciento veintinueve centros poblados. Se encuentra a 848 msnm, presenta un clima sub tropical, Semi húmedo con temperaturas promedio entre 16°C y 32°C



Figura 2.8-Departamento De San Martín.

Fuente: Díaz, M. (2011). Mapa Político San Martín. Recuperado de: <http://paramitarea.blogspot.pe/2011/08/mapa-politico-de-san-martin.html>

3.1.3 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA CELULAR

EL Sistema de telefonía móvil comprende muchos elementos importantes como son las estaciones base celular (EBC), el enlace microondas y el teléfono móvil.

Para q exista comunicación entre dos estaciones y se pueda transmitir la señal celular es necesario q exista una infra estructura adecuada a las necesidades de la zona considerando todos los factores que existan en el área de cobertura

La distribución de la señal se da por varios espacios llamados CELULAS, son del tipo hexagonal creando una inmensa red de hexágonos .el tamaño de la densidad del tráfico de llamadas .si el número de usuarios rebasa la capacidad de una célula es necesario dividirla en células más pequeñas

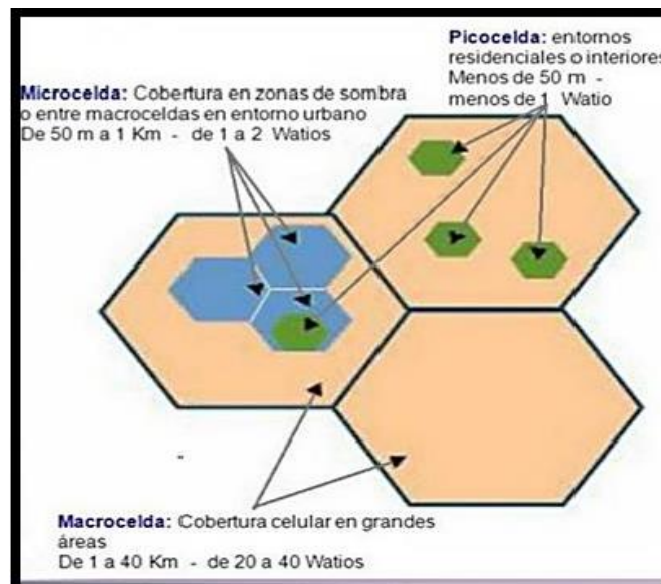


Figura 2.9-Grafico de Microceldas y Macroceldas.

Fuente: Roldan, A. (2015).Implementación De Una Red De Telefonía Móvil De Tercera Generación En El Distrito De Ahuaycha – Huancavelica. Figura 2.8

3.1.4 ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS:

La asignación de frecuencias es una parte fundamental al momento de instalar un radio enlace microondas .Se debe escoger frecuencias correctas para no tener problemas de interferencia, para ello se debe de hacer una inspección de frecuencias.

Se recomienda usar frecuencia entre 6 y 8 GHz para enlaces cuya distancia es superior a los 10 km y para enlaces menores a 10 km es recomendable usar frecuencias bajas de 13 a 23 GHz

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA

A continuación se detalla aspectos importantes para realizar el diseño de enlace microondas así como su instalación en las estaciones.

Este estudio previo es fundamental para tener en claro los equipos y materiales necesarios para la instalación de los diferentes enlaces.

En este capítulo se verá paso a paso las pautas que se tomara para realizar primero el analisis teórico con los parámetros que nos den el operador, en este caso Telefónica del Perú y así justificar la realización del enlace evidenciando con los resultados q existe línea de vista y buen nivel de señal.

Luego de realizar el diseño teórico también se utilizaran programas para el cálculo de radio enlace en este caso dicho programa será suministrado por la marca de los equipos microondas que se utilizara. Este programa llamado "PATHLOSS" nos permita realizar un cálculo de perfil cuando ingresamos todos los datos tales como coordenadas, diámetro de antena y equipos a instalar.

Después se mostrara como se realiza la instalación mostrándolos fotos con los equipos finales que fueron instalados en cada estación

3.2.1 ELABORACIÓN DEL PERFIL TOPOGRÁFICO

Se debe de realizar el perfil topográfico y validar que exista línea de vista de forma digital para la cual necesitamos las coordenadas geográficas de las estaciones terminales y de la estación de donde saldrá el servicio.

Para ver estos perfiles utilizaremos el programa Google Earth, esto nos dará el perfil de los enlaces y los datos de los puntos en donde podrían existir obstáculos. Los datos que se obtendrán serán usados posteriormente en los cálculos del enlace.

1°Enlace: Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical

2°Enlace: Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal

A continuación las coordenadas geográficas de las estaciones:

ESTACIÓN	EBC MOLINERA TRIPICAL	EBC PAJONAL	EBC VALLE GRANDE
LATITUD	6° 3'27.53"S	5° 58'20.60"S	5°58'6.49"S
LONGITUD	77° 10'04.38"O	77° 5'36.50"O	77°14'56.94"O

Tabla 2- Coordenas Ebc M.tropical,Ebc pajonal,EbcValle Grande
Fuente: Elaboración Propia

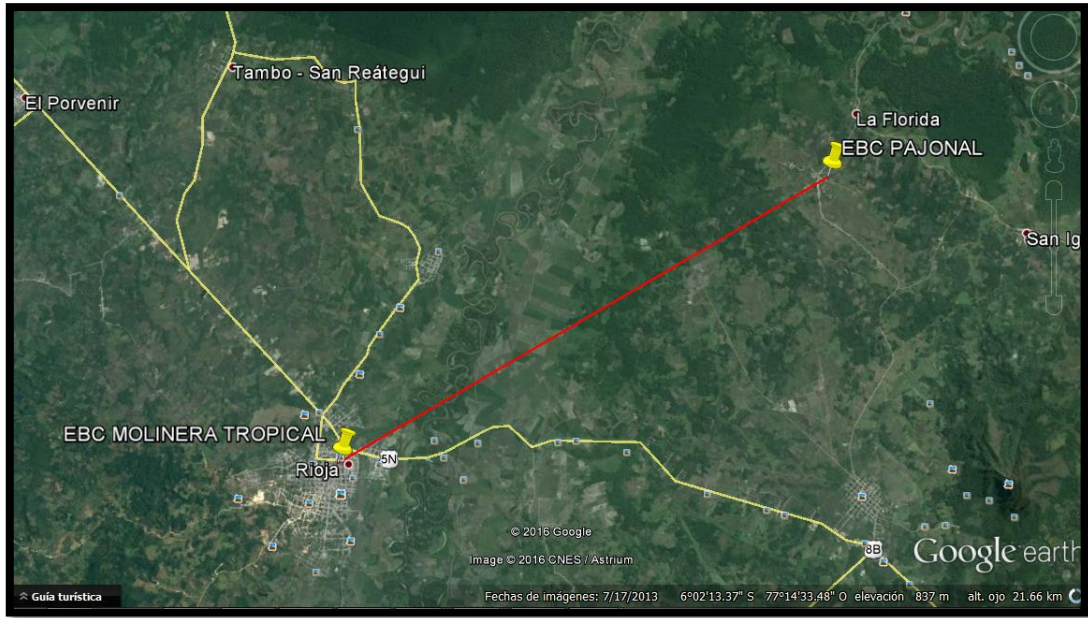


Figura 3.1- 1°Enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical
Fuente: Elaboración Propia

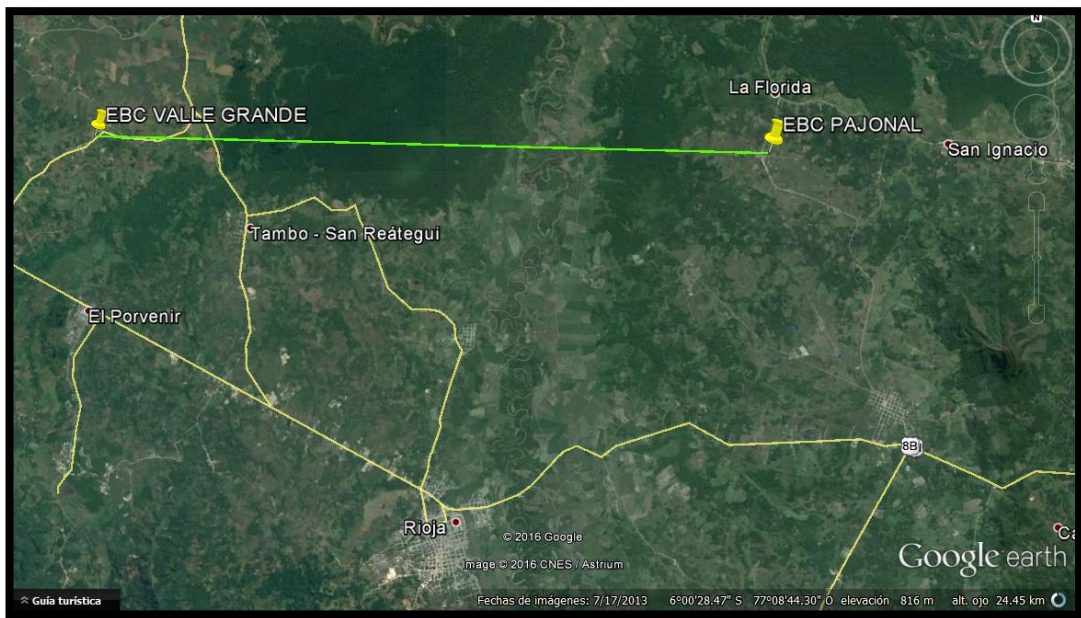


Figura 3.2 - 2°Enlace: Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.
Fuente: Elaboración Propia

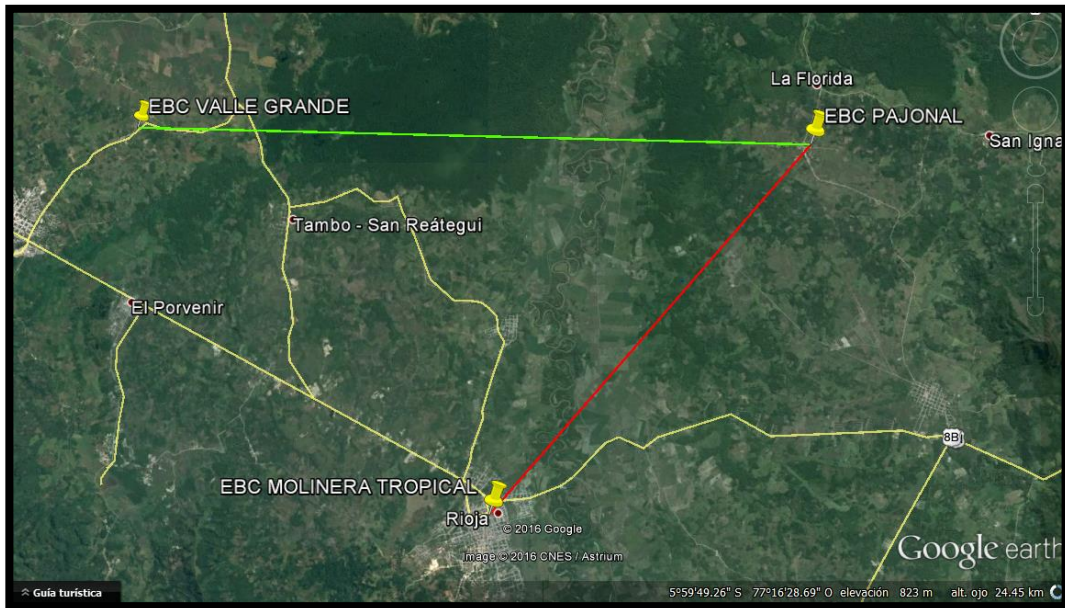


Figura 3.3-Visión de dos Enlaces Microondas.
Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 CÁLCULOS DEL ENLACE

Se procederá a realizar los cálculos teóricos del enlace para la cual ya está establecida las caracterizas del mismo.

Estos resultados teóricos nos permitirán comparar con los resultados que nos dará el programa Pathloss.

Para realizar el cálculo debemos saber realizar los siguientes pasos:

- Características del enlace
- Perfil Geográfico

3.2.2.1 CARACTERISTICAS DEL ENLACE

Para el 1º enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical. Se considera lo siguiente:

- Frecuencia de operación: 8GHZ
- Potencia de Tx: 26 dBm
- Altura de la antena (h1): 20 mt en la Ebc Pajonal
- Capacidad del enlace : 202 MB

Para el 2º enlace: Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal se considera lo siguiente:

- Frecuencia de operación: 8GHZ
- Potencia de Tx: 26 dBm
- Altura de la antena (h1): 30 mt en la Ebc pajonal
- Capacidad del enlace : 202 MB

3.2.2.2 PERFIL GEOGRÁFICO

Esta utilidad del programa Google Earth nos dará los resultados de cuantos metros sobre el nivel del mar se encuentra cada estación así mismo la distancia donde existe un punto de obstáculo.

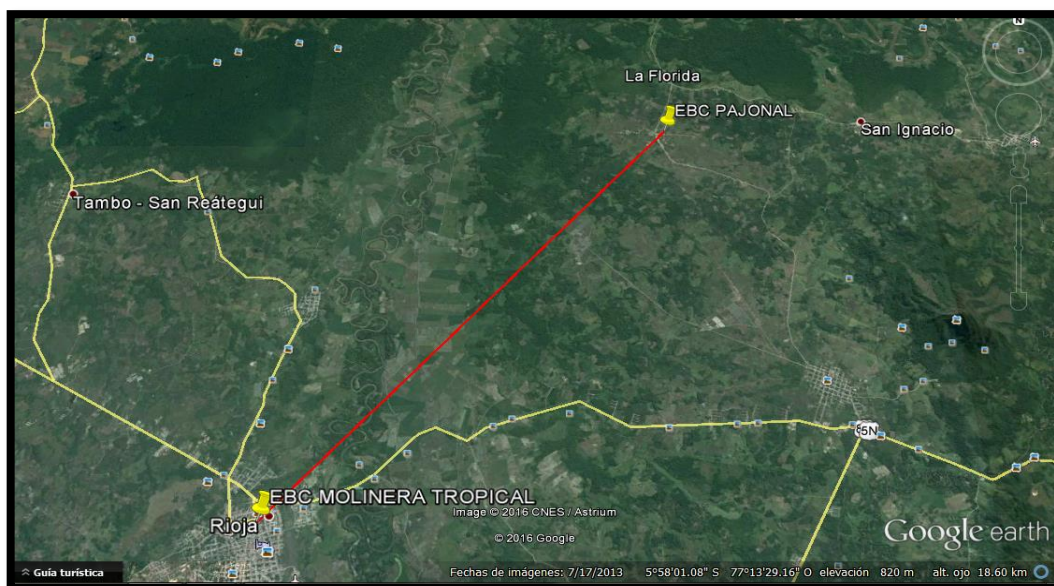


Figura 3.4 Enlace Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical.
Fuente: Elaboración Propia

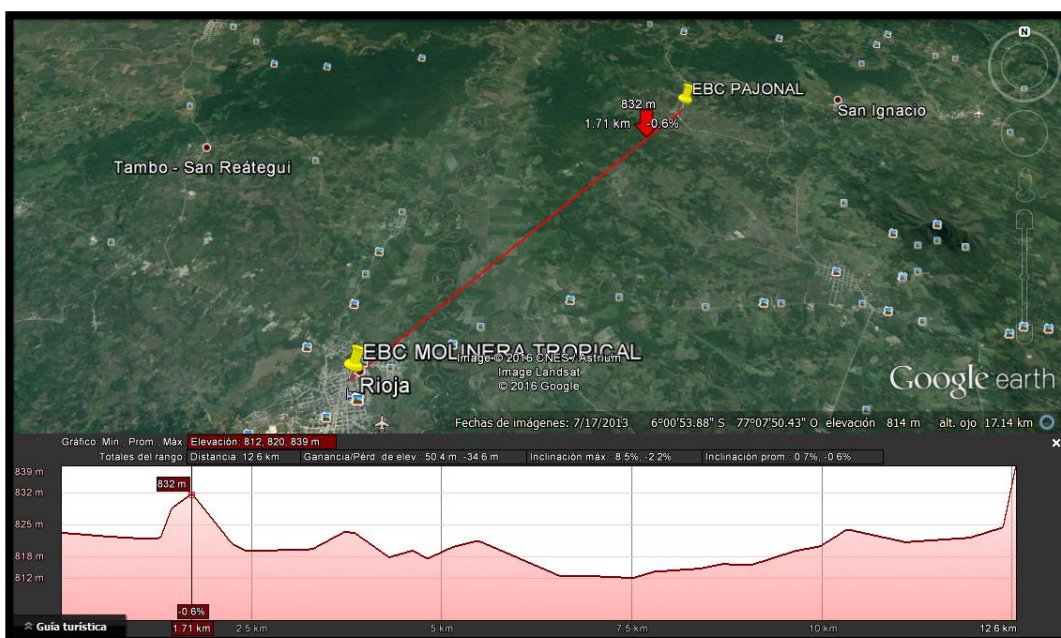


Figura 3.5- Perfil de elevación Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical.
Fuente: Elaboración Propia

De los gráficos del perfil se obtiene los siguientes datos:

Estación	Ebc pajonal	Ebc molinera tropical	Distancia del enlace
latitud	5° 58'20.60"S	6° 3'27.53"S	D=12.5Km
longitud	77° 5'36.50"O	77° 10'04.38"O	
msnm	820	839	
Altura de antena	20	H2	

Tabla 3- Coordenadas, Altura de Antena, Distancia de Enlace.
Fuente: Elaboración Propia

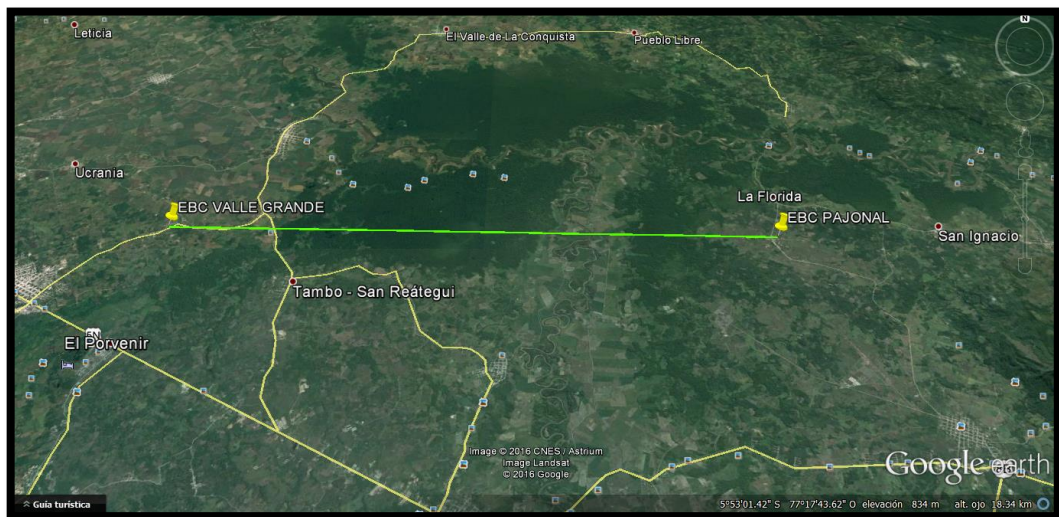


Figura 3.6- Enlace Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 3.7-Perfil de Elevación Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.
 Fuente: Elaboración Propia

De los gráficos del perfil se obtiene los siguientes datos:

Estación	Ebc Valle Grande	Ebc Pajonal	Distancia del enlace
latitud	5°58'6.49"S	5° 58'20.60"S	D=17.2Km
longitud	77°14'56.94"O	77° 5'36.50"O	
msnm	814	820	
Altura de antena	30	H2	

Tabla 4 -Coordenadas, Altura de Antena, Distancia de Enlace
 Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.3 ZONA DE FRESNEL

Del perfil topográfico se obtiene los datos para poder realizar el análisis de la zona de fresnel

$$h_o = \frac{\sqrt{(\lambda d_1 d_2)}}{\sqrt{d}}; \text{ unid: Metros..... (1)}$$

➤ Para el enlace: Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical :Del perfil de elevación de obtiene

D: 12.5Km

d1: 1.71 km

d2: 10.79 km

F: 8Ghz; se utilizar esta frecuencia

Hallando longitud de onda:

$$\lambda mm = \frac{v}{f}, \quad \lambda mm = \frac{3 \times 10^8 m/s}{8 \times 10^9 Hz} = 37.5 mm \rightarrow 37.5 \times 10^{-3} m$$

Reemplazando en (1)

$$h_o = \frac{\sqrt{(37.5 \times 10^{-3} m)(3.4 \times 10^{-3} m)(9.1 \times 10^{-3} m)}}{\sqrt{12.5 \times 10^3 m}} = 10 m$$

➤ Para el enlace: Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal: Del perfil de elevación de obtiene

D: 17.2Km

d1: 14.3 km

d2: 2.9 km

F: 8Ghz; se utilizar esta frecuencia

Hallando longitud de onda:

$$\lambda_{mm} = \frac{v}{f} \quad , \quad \lambda_{mm} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{8 \times 10^9 \text{ Hz}} = 37.5 \text{ mm} \rightarrow 37.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Reemplazando en (1)

$$h_o = \frac{\sqrt{(37.5 \times 10^{-3} \text{ m})(14.2 \times 10^{-3} \text{ m})(3 \times 10^{-3} \text{ m})}}{\sqrt{17.2 \times 10^3 \text{ m}}} = 10 \text{ m}$$

3.2.2.4 ALTURA DE LAS ANTENAS

Para determinar la altura de una de las antenas (h2) se necesita tener definido altura de la antena (h1).

$$h_2 = \left\{ \frac{d}{d_1} (h_o + h_s) - \frac{d_2}{d_1} (h_1) + \frac{dd_2}{2ka} \right\}; \quad \text{unid: metro..... (2)}$$

➤ Para el enlace: Ebc pajonal dir Ebc Molinera Tropical.: se define:

h1: altura de la antena + elevación (msnm); de la Ebc Pajonal

h_o: 10m ; 1° zona de fresnel

h_s: 832 m ; altura de obstáculo obtenido del perfil de elevación

D: 12.5 km ; Distancia total del enlace

d₁: 1.71 km ; Distancia más cernada al obstáculo obtenido del perfil de elevación

d₂: 10.79km ; Distancia más cernada al obstáculo obtenido del perfil de elevación

h₁: 20+820= 840 m ; Altura de la antena.

$k = 4/3$; coeficiente de radio de la tierra

$a = 6.37 \times 10^6$; radio de la tierra mt

$$K_a = \frac{4}{3} (6.37 \times 10^6) = 8493333$$

Reemplazando en (2)

$$h_2 \geq \left\{ \frac{12500}{1710} (10 + 832) - \frac{10790}{1710} (840) + \frac{(12500)(10790)}{2(8493333)} \right\}$$

$$h_2 \geq \{6154.9 - 5300.3 + 7.9\} \Rightarrow h_2 \geq 862 \text{ metros.}$$

Sabemos que $h_2 \geq$ elevación (msnm) + altura de la antena:

$$\text{Altura de la antena} \geq 862 - 839 \geq 23 \text{ metros}$$

➤ Para el enlace: Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal.: se define:

h_1 : altura de la antena + elevación (msnm); de la Ebc Valle Grande

h_0 : 10m ; 1° zona de fresnel

h_s : 827 m ; altura de obstáculo obtenido del perfil de elevación

D : 17.2 km ; Distancia total del enlace

d_1 : 14.3 km ; Distancia más cercana al obstáculo obtenido del perfil de elevación

d_2 : 2.9 km ; Distancia más cercana al obstáculo obtenido del perfil de elevación

h_1 : $30 + 814 = 844$ m ; Altura de la antena.

$k = 4/3$; coeficiente de radio de la tierra

$a = 6.37 \times 10^6$; radio de la tierra mt

$$Ka = \frac{4}{3} (6.37 \times 10^6) = 8493333$$

Reemplazando en (2)

$$h_2 \geq \left\{ \frac{17200}{14300} (10 + 827) - \frac{2900}{14300} (844) + \frac{(17200)(2900)}{2(8493333)} \right\}$$

$$h_2 \geq \{1006.7 - 171.16 + 2.9\} \Rightarrow h_2 \geq 838.6 \text{ metros.}$$

Sabemos que $h_2 \geq$ elevación (msnm) + altura de la antena:

$$\text{Altura de la antena} \geq 838.6 - 820 \geq 18.6 \text{ metros}$$

3.2.2.5 MARGEN DE DESPEJE SOBRE OBSTACULO

Resolviendo la ecuación:

$$h_c = h_1 - \frac{d_1}{D} (h_1 - h_2) - \frac{d_1 d_2}{2ka} - h_s \dots \dots \dots (3)$$

➤ Para el enlace: Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical

$$d = 12.5 \text{ Km}$$

$$d_1 = 1.71 \text{ km}$$

$$d_2 = 10.79 \text{ km}$$

$$h_1 = 840$$

$$h_2 = 862$$

h_s : 832: altura de obstáculo obtenido del perfil de elevación

$a = 6.37 \times 10^6$; radio de la tierra mt

$$ka = \frac{4}{3} (6.37 \times 10^6) = 8493333$$

Reemplazando en (3)

$$hc = 840 - \frac{1710}{12500} (840 - 862) - \frac{(1710)(10790)}{2(8493333)} - 832 = 9.92m$$

➤ Para el enlace: Ebc Valle Grande dir. Ebc Pajonal

d=17.2Km

d1=14.3km

d2=2.9km

h1:844

h2:838.6

hs: 827: altura de obstáculo obtenido del perfil de elevación

a=6.37x10⁶ ; radio de la tierra mt

$$Ka = \frac{4}{3} (6.37 \times 10^6)^2 = 8493333$$

Reemplazando en (3)

$$hc = 844 - \frac{14300}{17200} (844 - 838.6) - \frac{(14300)(2900)}{2(8493333)} - 827 = 10.08m$$

3.2.2.6 PERDIDA EN ESPACIO LIBRE

f(GHZ),D(Km)

$$Lt(dB) = 92.44 + 20 \log(F) + 20 \log(D) \dots \dots \dots (4)$$

➤ Para el enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical.: se define:

F=8Ghz ; D =12.5km

Reemplazando en (4)

$$Lt(dB) = 92.44 + 20 \log(8) + 20 \log(12.5) = 132.2 \text{ dB}$$

➤ Para el enlace: Ebc Valle Grande dir. Ebc Pajonal: se define:

$$F=8\text{Ghz} ; D = 17.2\text{km}$$

Reemplazando en (4)

$$Lt(dB) = 92.44 + 20 \log(8) + 20 \log(17.2) = 135.1 \text{ dB}$$

3.2.2.7 PÉRDIDA DE LOS ALIMENTADORES

La pérdida por alimentadores se calcula de la siguiente manera:

$$LA(dB) = La + Lc + Lx \dots\dots\dots (5)$$

Los parámetros para realizar el cálculo es:

$$La(dB) = \frac{4.8dB}{100m}; \text{ Pérdida del cable alimentador coaxial.}$$

$Lc(dB)$ = Pérdida por acopladores y/o conectores

$Lx(dB)$ = Pérdida por diversidad de señal

➤ Pérdidas del cable alimentador Para el enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical.: se define:

$$\text{Para un altura de antena } h1=15\text{m} \rightarrow La1(dB) = (20\text{m}) \frac{4.8dB}{100\text{m}} = 0.95dB$$

$$\text{Para un altura de antena } h2=15\text{m} \rightarrow La2(dB) = (23\text{m}) \frac{4.8dB}{100\text{m}} = 1.1dB$$

$$La(dB) = La1 + La2 = 2.05dB$$

➤ Pérdidas del cable alimentador Para el enlace: Ebc Valle Grande dir. Ebc Pajonal: se define:

Para un altura de antena $h_1=30\text{m}$ $\rightarrow La_3(\text{dB}) = (30) \frac{5.8\text{dB}}{100\text{m}} = 1.61$

Para un altura de antena $h_2=18,6\text{m}$ $\rightarrow La_3(\text{dB}) = (18.6) \frac{5.8\text{dB}}{100\text{m}} = 1$

$$La(\text{dB}) = La_1 + La_2 = 2.61\text{dB}$$

➤ Perdidas por conectores Para el enlace: Ebc pajonal dir Ebc Molinera

Tropical.: se define:

EBC Pajonal, $Lc_1 = 0.5\text{dB}$

EBC Molinera Tropical, $Lc_2 = 0.5\text{dB}$

$$Lc(\text{dB}) = Lc_1 + Lc_2 = 1\text{dB}$$

➤ Perdidas por conectores Para el enlace: Ebc Valle grande dir. Ebc Pajonal.:

se define:

EBC Valle Grande, $Lc_3 = 0.5\text{dB}$

EBC Pajonal, $Lc_4 = 0.5\text{dB}$

$$Lc(\text{dB}) = Lc_1 + Lc_2 = 1\text{dB}$$

➤ Perdidas por diversidad Para el enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera

Tropical.: se define:

$$Lx = 0.5\text{dB}$$

➤ Perdidas por Diversidad Para el enlace: Ebc Valle grade dir. Ebc Pajonal.: se define:

$$Lx = 0.5\text{dB}$$

3.2.2.8 PÉRDIDA POR DESVANECIMIENTO

La pérdida por desvanecimiento Se calcula de la siguiente manera

$$Ld(dB) = 30 \log(D) + 10 \log(6ABF) - 10 \log(1 - R) - 70 \dots (6)$$

D=distancia total del enlace (Km)

F=Frecuencia (GHz)

A=Factor de propagación según el terreno (4=terreno muy liso o sobre el agua, 1=terreno promedio; 0.5=zona húmeda, 0.3=zona húmeda y rocosa 0.25=terreno montañoso áspero)

B=Factor de probabilidad el peor (Probabilidad por año) (1=Probabilidad anual en base al peor de los meses, 0.5=Áreas húmedas o calidades, 0.25=para áreas continentales promedio, 0.125 área montañoso o áreas secas)

R=Factor de confiabilidad (99.999%)

➤ Para el enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical:

D=12.5km

A=0.3 ; factor de propagación para un terreno promedio

B=0.5;

F=8Ghz

R=0.999 ; factor de confiabilidad

Reemplazando en (6)

$$Ld(dB) = 30 \log(12.5) + 10 \log(6 \times 0.3 \times 0.5 \times 8) - 10 \log(1 - 0.999) - 70$$

$$Ld(dB) = 2.7dB$$

➤ Para el enlace: Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal

D=17.2km

A=0.3 ; factor de propagación para el terreno(húmedo y montañoso)

B=0.5;

F=8Ghz

R=0.999 ; factor de confiabilidad

Reemplazando en (6)

$$Ld(dB) = 30 \log(17.2) + 10 \log(6 \times 0.3 \times 0.5 \times 8) - 10 \log(1 - 0.999) - 70$$

$$Ld(dB) = 5.3dB$$

3.2.2.9 GANANCIA DE LA ANTENA

La ganancia de la antena se calcula de la siguiente manera.

$$Ap = n \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 ; D: \text{metro}$$

Para una antena cuya eficiencia es de 55% la ecuación se reduciría a:

$$Ap = 0.55 \times 3.14^2 \left(\frac{D.F}{V} \right)^2 \rightarrow 5.4 \left(\frac{D.F}{V} \right)^2 \dots; V = \frac{3.10^8 m}{s}$$

Expresando en decibelios:

$$Ap(dB) = 20 \log(D) + 20 \log(F) - 162.2 \dots \dots \dots (7)$$

D: metro; F= Hz

➤ Para el enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical:

Se Propone una antena de 0.6 mt.

Ganancia de las Antenas

$$D= 0.6m \quad ; \quad F=8GHz=8x10^9hz$$

Reemplazando en (7)

$$Ap(dB) = 20\log(0.6) + 20\log(8x10^9) - 162.2 = 31.4db$$

➤ Para el enlace: Ebc Valle Grande dir Pajonal:

Se Propone una antena de 0.6 mt (Ebc pajonal) y una de 1.2mt (Ebc Valle Grande)

Los resultados que se obtiene al usar las antenas de 0.6 cuya ganancia es 31.4 db en ambas estación nos da un nivel debajo de lo aceptable, esto se explicara más adelante en el cálculo de Potencia de Recepción.

Para antena de 1.2mt su ganancia es

$$Ap(dB) = 20\log(1.2) + 20\log(8x10^9) - 162.2 = 37.44db$$

3.2.2.10 CALCULO DE POTENCIA DEL RECEPTOR (Rx)

Siguiendo todos los pasos anteriores se obtienen los datos suficientes para poder saber cuánto es el nivel de recepción

$$PRx = PTx(dbm) + GanTx(dbm) + GanR - x(dbm) - Lt(dbm) - LA(dbm) - Ld(dbm)...(8)$$

DONDE:

PRx: Potencia del nivel de recepción (dbm)

PTx: Potencia de transmisor (dBm)

GanTx: Ganancia de la ante transmisora (dbm)

GanRx: Ganancia de la ante receptora (dbm)

Lt: Perdida por espacio libre

LA: La+Lc+Lx→(dbm)

La: Perdida por cable alimentador (cable coaxial)

Lc: Perdidas por conectores

Lx: perdida por diversidad de señal

Ld= Perdido por desvanecimiento

➤ **Para el enlace: Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical:**

De los datos ya obtenidos reemplazamos en. (9)

$$PRx = 26dbm + 31.4dbm + 31.4dbm - 132.2 - 3.59dbm - 2.7dbm$$

$$PRx = 49.69dbm$$

Potencia isotrópica irradiada es (PIRE):

$$PIRE(pajonal) = PTX + Gan - Lc = 26 + 31.4 - 1 = 56.4$$

$$PIRE(molinera tropical) = PTX + Gan - Lc = 26 + 31.4 - 1 = 56.4$$

➤ **Para el enlace: Ebc Valle Grande dir. Ebc Pajonal:**

De los datos ya obtenidos reemplazamos:

Si se usa en ambas estación la antena de 0.6mt cuya ganancia es de 31.4 y reemplazando en la ecuación el nivel de recepción se tendría:

$$PRx = 26dbm + 31.4dbm + 31.4dbm - 135.1 - 4.1dbm - 5.3dmb = -55.7dbm$$

Para mejorar los valores obtenido hasta ahora y sin hacer mayores gastos en los sistemas microondas se propone utilizar una antena de 1.2 mt cuya ganancia de 37.4 esto nos permite tener mayor nivel de recepción .Remplazando en la ecuación se concluye que el nivel aceptable es:

$$GanRx: 37.4 \text{ para Ebc Valle Grande (antena 1.2m)}$$

$$GanTx: 31.4 \text{ para Ebc Pajonal (antena de 0.6m);}$$

$$PRx = 26\text{dbm} + 31.4\text{dbm} + 37.4\text{dbm} - 135.1 - 4.1\text{dmb} - 5.3\text{dmb}$$

$$PRx = -49.7\text{dbm}$$

Potencia isotrópica irradiada es (PIRE):

$$PIRE(\text{valle grande}) = PTX + Gan - Lc = 26 + 37.4 - 1 = 62.4$$

$$PIRE(\text{pajonal}) = PTX + Gan - Lc = 26 + 31.4 - 1 = 56.4$$

3.2.2.11 SIMULACIÓN CON EL PROGRAMA PATHLOSS

El Pathloss es una herramienta muy útil para el diseño de radio enlaces microondas punto a punto.

➤ PARA EL ENLACE: EBC PAJONAL DIR. MOLINERA TROPICAL:

Los datos obtenidos de la simulación nos muestran la línea de vista existente entre las dos estaciones por lo que obtiene una zona de fresnel sin obstáculo.

El nivel de recepción se encuentra dentro de los valores aceptables, porque es el máximo nivel y es superior al nivel del umbral

En la instalación real el Operador Telefónica del Perú considera valores aceptables mejores que -55 dbm. La Odu nunca puede tener mejor nivel de recepción a -30db esto provocaría falla en el equipo porque está recibiendo con mucha potencia.

-Los datos obtenidos son:

Potencia de recepción: -48.85dbm

Perdida por espacio libre: 132.48

Nivel de umbral: -74 dBm

PIRE: 55.6; La potencia isotrópica irradiada

	Ebc Pajonal	Ebc Molinera Tropical
Elevación (m)	821.07	840.22
Latitud	05 58 20.60 S	06 03 27.53 S
Longitud	077 05 36.50 W	077 10 04.38 W
Azimuth Verdadero (°)	221.14	41.15
Ángulo Vertical (°)	0.06	-0.14
Modelo de Antena	SLU0678DS6	SLU0678DS6
Altura de Antena (m)	20.00	23.00
Ganancia de Antena (dBi)	31.20	31.20
Longitud de Línea de TX (m)	20.00	23.00
Pérdida Unitaria en Línea de TX (dB /100 m)	5.80	5.80
Pérdida en Línea de TX (dB)	1.16	1.33
Pérdida en Conectores (dB)	1.00	1.00
Frecuencia (MHz)	8000.00	
Polarización	Vertical	
Longitud de la Trayectoria (km)	12.52	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	132.48	
Pérdidas de Absorción Atmosférica (dB)	0.28	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	74.85	74.85
Modelo de Radio	ASNK8-AGS20_207M_32QAM	ASNK8-AGS20_207M_32QAM
Potencia de Transmisión (w)	0.40	0.40
Potencia de Transmisión (dBm)	26.02	26.00
PIRE (dBm)	55.06	54.87
Designador de Emisor	56M0D7WET	56M0D7WET
TX Channels	8000.0000V	8000.0000V
Criterio de Umbral de Recepción	BER 10-6	BER 10-6
Nivel de Umbral (dBm)	-74.00	-74.00
Señal Recibida (dBm)	-48.85	-48.83
Margen de Desv. - Térmico (dB)	25.15	25.17
Factor Geoclimático	5.63E-06	
Inclinación del Trayecto (mr)	1.77	
Fade occurrence factor (Po)	7.70E-04	
Temperatura Anual Promedio (°C)	25.00	

Tabla 5 - Simulación del enlace Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical
Fuente: Elaboración Propia

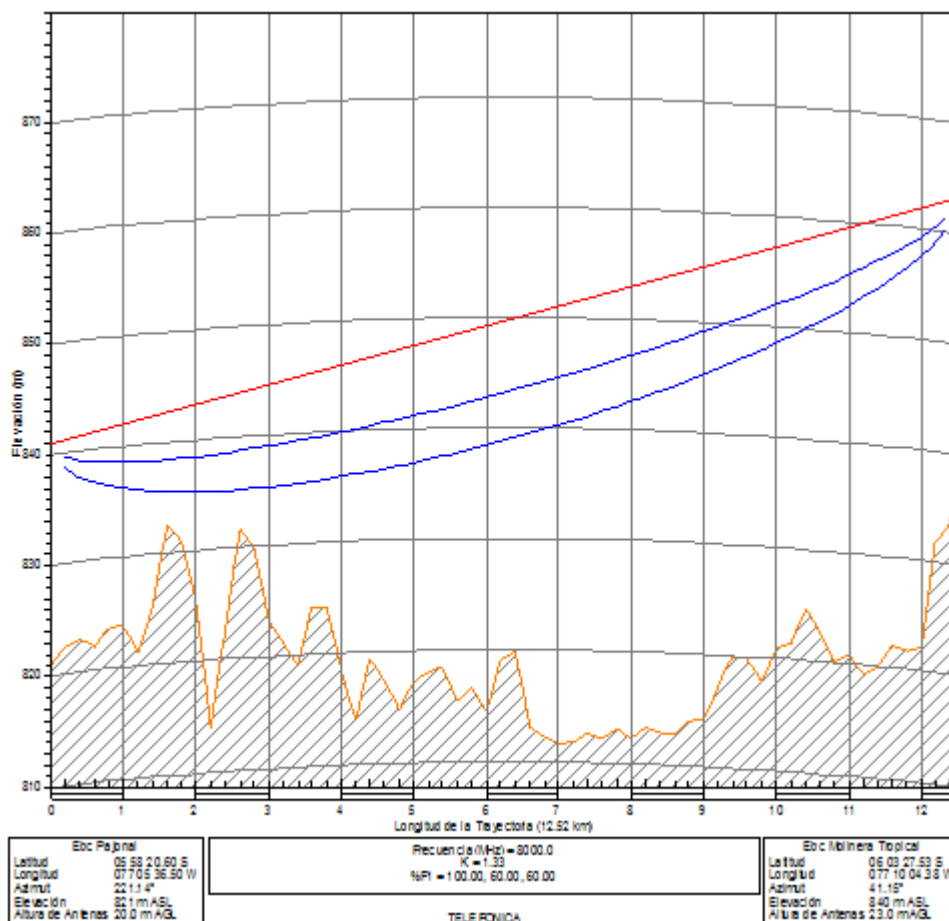


Tabla 6 -Perfil del enlace Ebc Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical
 Fuente: Elaboración Propia

➤ **PARA EL ENLACE: EBC VALLE GRANDE DIR. EBC PÁJONAL:**

Los datos obtenidos de la simulación nos muestran la línea de vista existente entre las dos estaciones por lo que obtiene una zona de fresnel sin obstáculo.

El nivel de recepción se encuentra dentro de los valores aceptables, porque es el máximo nivel y es superior al nivel del umbral

En la instalación real el Operador Telefónica del Perú considera valores aceptables mejores que -55 dbm. . La Odu nunca puede tener mejor nivel de

recepción a -30db esto provocaría falla en el equipo porque está recibiendo con mucha potencia.

-Los datos obtenidos son:

Potencia de recepción: -47.33dbm

Perdida por espacio libre: 135.26

Nivel de umbral:-74 dBm

PIRE: 59.57 ; La potencia isotrópica irradiada

	Ebc Valle Grande	Ebc Pajonal
Elevación (m)	813.65	821.07
Latitud	05 58 08.49 S	05 58 20.60 S
Longitud	077 14 56.94 W	077 05 36.50 W
Azimuth Verdadero (°)	91.45	271.43
Ángulo Vertical (°)	-0.07	-0.05
Modelo de Antena	SLU1278DS8	SLU0678DS8
Altura de Antena (m)	30.00	19.00
Ganancia de Antena (dBi)	36.60	31.20
Longitud de Línea de TX (m)	35.00	25.00
Pérdida Unitaria en Línea de TX (dB /100 m)	5.80	5.80
Pérdida en Línea de TX (dB)	2.03	1.45
Pérdida en Conectores (dB)	1.00	1.00
Frecuencia (MHz)	8000.00	
Polarización	Vertical	
Longitud de la Trayectoria (km)	17.24	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	135.26	
Pérdidas de Absorción Atmosférica (dB)	0.38	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	73.33	73.33
Modelo de Radio	ASNK8-AG S20_207M_32QAM	ASNK8-AG S20_207M_32QAM
Potencia de Transmisión (w)	0.40	0.40
Potencia de Transmisión (dBm)	28.00	28.00
PIRE (dBm)	59.57	54.75
Designador de Emisor	56M007WET	56M007WET
TX Channels	8000.0000V	8000.0000V
Criterio de Umbral de Recepción	BER 10-6	BER 10-6
Nivel de Umbral (dBm)	-74.00	-74.00
Señal Recibida (dBm)	-47.33	-47.33
Margen de Desv. - Térmico (dB)	28.67	28.67

Tabla 7- Simulación del Enlace Ebc Valle grande dir Ebc Pajonal
Fuente: Elaboración Propia

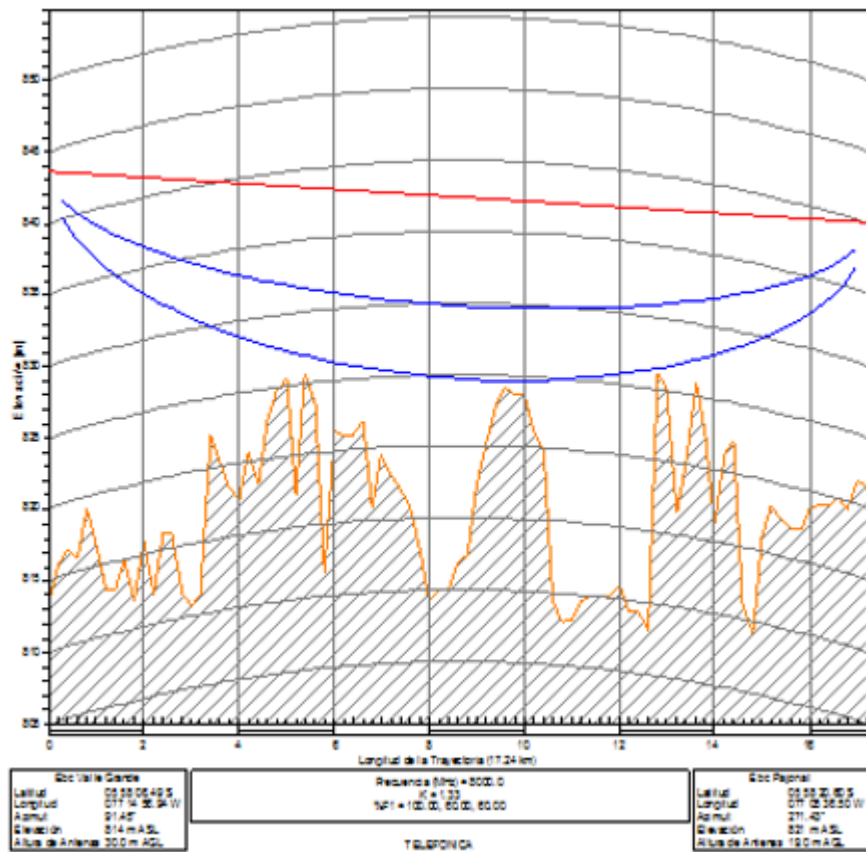


Tabla 8 -Perfil del enlace Ebc Valle Grande dir Ebc Pajonal
Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 INSTALACIÓN DE EQUIPOS

Después de realizar el análisis teórico y con el Pathloss se mostrara a continuación como se realiza la instalación mostrando las fotos con los equipos finales que fueron instalados en cada estación así como la configuración de IDU y todos los parámetros que se usaron para que los enlaces sean validados por el operador.

Las estaciones no tienen una sala de transmisión, estas cuentan con gabinete HUAWEI OUTDOOR en la que se instalaran los equipos.

La estación es nueva por lo que hay espacio en el gabinete y la torre cuenta con espacio para instar las antenas.

3.2.3.1 INSTALACION EBC PAJONAL DIR. EBC MOLINERA TROPICAL

Una vez identificado el gabinete se procederá con el reconociendo de la ubicación de la IDU en un espacio libre y asegurarlos con tornillo y pernos. Este servicio será del tipo Ethernet por lo que no se instalara panel de distribución (DDF), luego procederemos a realizar los conectores de energía. La alimentación del equipo es con -48vdc y lo harán a través de un Breaker.

Procedemos a conectar el latiguillo IF con el conector IF del cable coaxial que se conecta a la ODU en la parte de la torre.

Se utilizara La IDU ALCplus2E en configuración 1+0, de la marca SIAE MICRO ELECTTRONICA capaz de llegar a una modulación de 256QAM con 56 MHz de ancho de Banda y una capacidad 340 Mb, esta se conectara a la ODU instalada en torre por medio del cable coaxial.

En el lado de Ebc Molinera Tropical se realizarán 3 pasantes Ethernet desde la IDU y Router TELLABS 8609 de las cuales dos son para el servido 4g de las estaciones y la otra para la gestión del enlace. Los puertos de servicio y gestión en la IDU son:

- LAN 1(LTE (4G) Ebc valle grande viene del Router TELLABS 8609 Port. M4/5),
- LAN 2 (LTE (4G) Ebc Pajonal viene del Router TELLABS 8609 Port. M4/6)
- MNGT (El Puerto de gestión viene del Router del Router TELLABS Port. M4/4)

En el lado de la Ebc Pajonal se realizara 1 pasante:

- LAN 2(LTE (4G) que se conectara al equipo HUAWEI 4G Port. BBU FE/GE 0)

	PUERTOS	CODIGOS
EBC MOLINERA TROPICAL	LAN1	TELLABS 8609 ; M4/5
	LAN2	TELLABS 8609 ; M4/6
	MNGT1	TELLABS 8609 ; M4/4
	MNGT2	
EBC PAJONAL	LAN 1	SIAE ALC PLUS 2E, LAN 1 ;DIRECCION VALLE GRANDRE
	LAN2	HUAWEY 4G BBU FE/GE O ;PAJONAL
	MNGT1	SIAE ALC PLUS 2E, MNGT1 ;DIRECCION VALLE GRANDRE

Tabla 9- Cuadro de Asignación de Puertos Servicio y Gestión
Fuente: Elaboración Propia

Se instalara antenas de D: 0.6m y su ganancia de 31.2 dbm, el modelo SLU0678DS6 de la marca SIAEMICRO ELECTTRONICA.

A Continuación se mostrar las fotos de los equipos instalados.

➤ **EBC MOLINERA TROPICAL:**



Figura 3.8- Ebc Molinera Tropical.
Fuente: Elaboración Propia

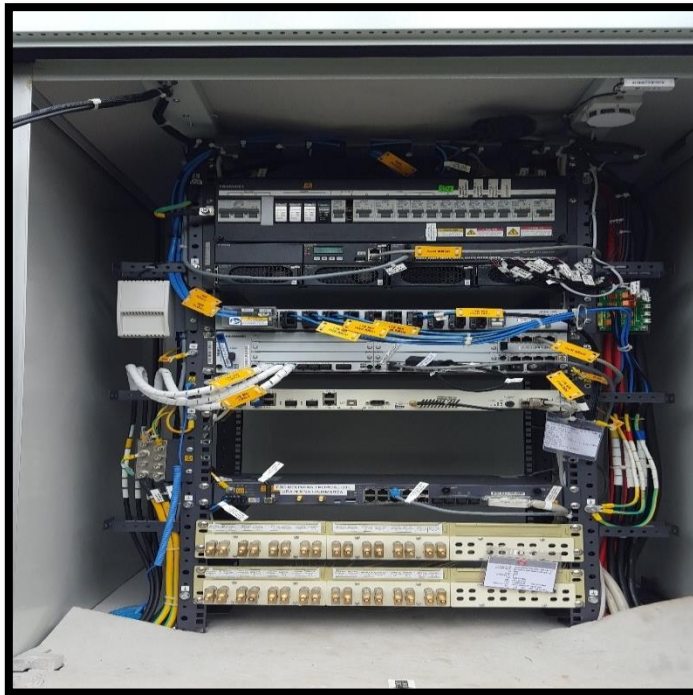


figura 3.9- Instalación de la IDU, Breaker en Ebc Molinera Tropical.
Fuente: Elaboración Propia

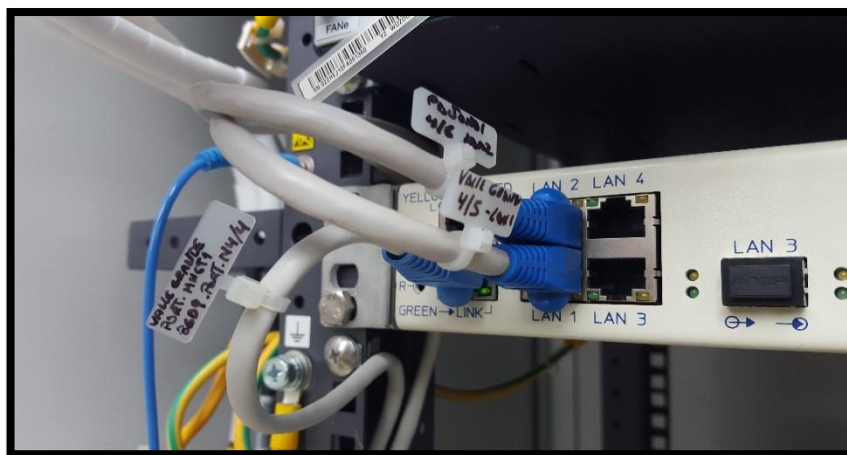


Figura 4.1-IDU Pasante de servicio LAN1 (4G Valle Grande), LAN2 (4G Pajonal)
Fuente: Elaboración Propia

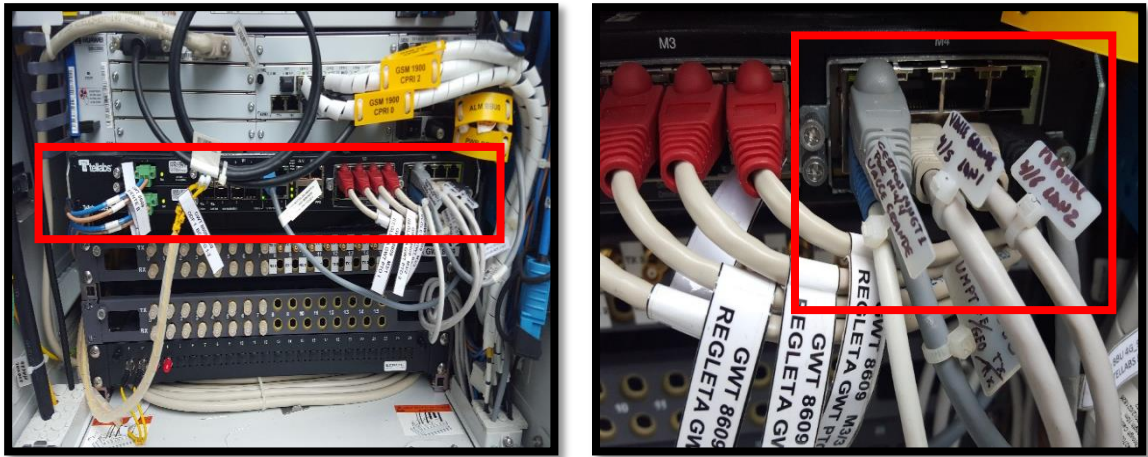


Figura 4.2-Tellabs Pasante de Servicio ,4G Valle Grande, 4G PAJONAL, Gestión.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 4.3-Torre y Antena Instalada
Fuente: Elaboración Propia



Figura 4.4- Antena y Odu Instalada en Torre.
Fuente: Elaboración Propia

➤ **EBC PAJONAL:**



Figura 4.5-Ebc Pajonal
Fuente: Elaboración Propia

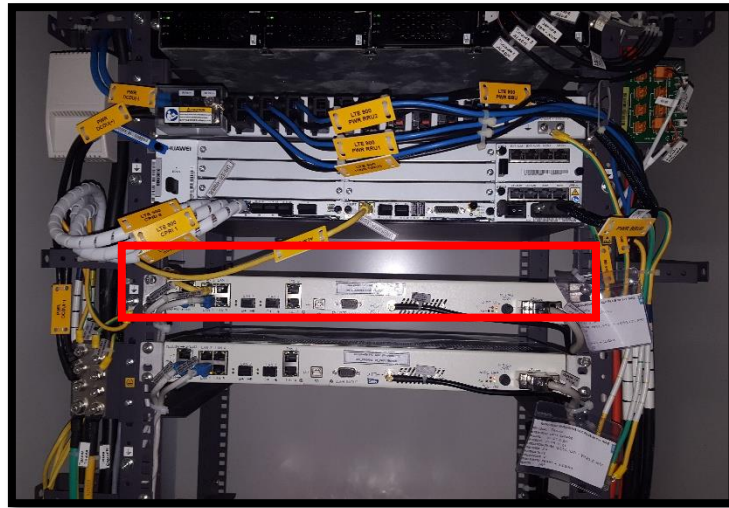


Figura 4.6- Instalación de la IDU, Breaker en Ebc Pajonal.
Fuente: Elaboración Propia

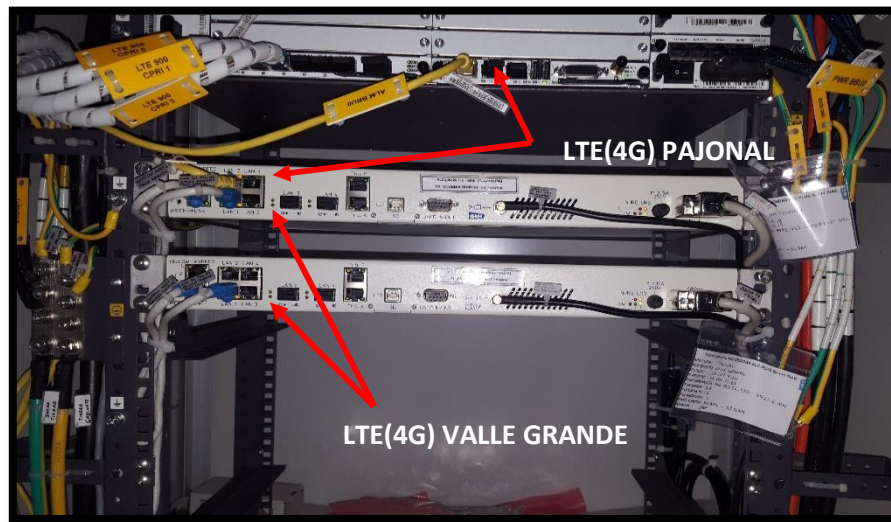


Figura 4.7- IDU Pasante de Servicio LAN2 (4G Pajonal) LAN1 (4G Valle Grande)
Fuente: Elaboración Propia



Figura 4.8-Torre y Antena Instalada.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 4.9- Antena y Odu Instalada en Torre (Apuntando a M.Tropical)
Fuente: Elaboración Propia

3.2.3.2 INSTALACION EBC VALLE GRANDE DIR. EBC PAJONAL

Para el segundo enlace también se tiene que identificar el gabinete luego procederá con el reconociendo de la ubicación de la IDU .Este servicio será del tipo Ethernet por lo que no se instalara panel de distribución (DDF).EL proceso de instalación del enlace microondas es la misma que el primer enlace (Ebc Pajonal dir Ebc Valle Grande)

Se utilizara La IDU ALCplus2E en configuración 1+0, de la marca SIAE MICROELETTRONICA capaz de llegar a una modulación de 256QAM con 56 MHz de ancho de Banda y una capacidad 340 Mb, esta se conectara a la ODU instalada en torre por medio del cable coaxial.

Desde la IDU (Enlace Ebc Pajonal dir Ebc Molinera Tropical) Se realizará 2 pasantes Ethernet conectadas a la segunda IDU, una del LTE (4G) para la estación Valle Grande y otra para la gestión del este enlace. Los puertos de servicio y gestión en la IDU son:

LAN 1(4G valle grande viene del puerto Lan1 de la IDU (Pajonal dir valle grande)
MNGT1 (La gestión viene del puerto MNGT 1 viene de la IDU (pajonal dir valle grande))

En el lado de la Ebc Valle Grande se realizara 1 pasante:

-LAN 1(LTE (4G) que se conectara al equipo HUAWEI 4G Port. BBU FE/GE 0)

	PUERTOS	CODIGOS
EBC PAJONAL	LAN1	SIAE ALC PLUS 2E, LAN 1 ;DIRECCION MOLINERA TROPICAL
	LAN2	
	MNGT1	SIAE ALC PLUS 2E, MNGT1 ;DIRECCION MOLINERA TROPICAL
	MNGT2	
EBC VALLE GRANDE	LAN 1	HUAWEY 4G BBU FE/GE 0 ;PAJONAL
	LAN2	
	MNGT1	

Tabla 10- Cuadro de Asignación de Puertos Servicio y Gestión
Fuente: Elaboración Propia

Se instalara antenas de D: 0.6m y D: 1.2m , de modelo SLU0678DS6 de la marca SIAEMICRO ELECTRONICA.

A Continuación se mostrar las fotos de los equipos instalados

➤ **EBC PAJONAL:**

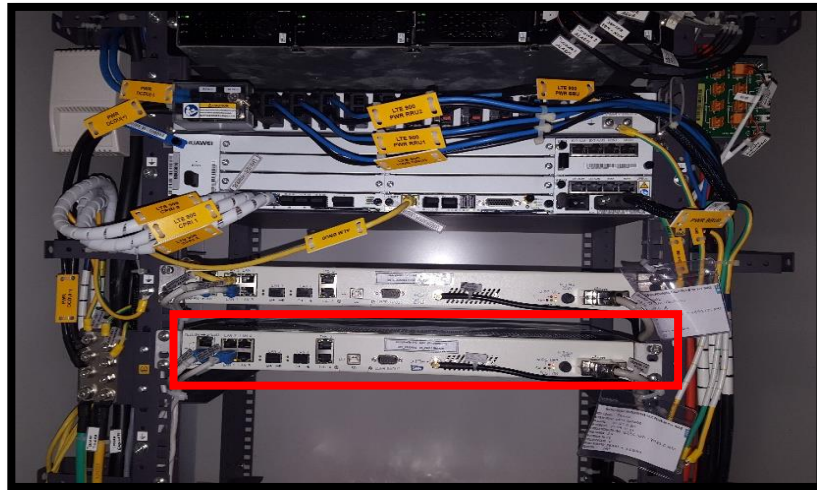


Figura 5.1-Instalación de la IDU, Breaker en Ebc Pajonal.
Fuente: Elaboración Propia

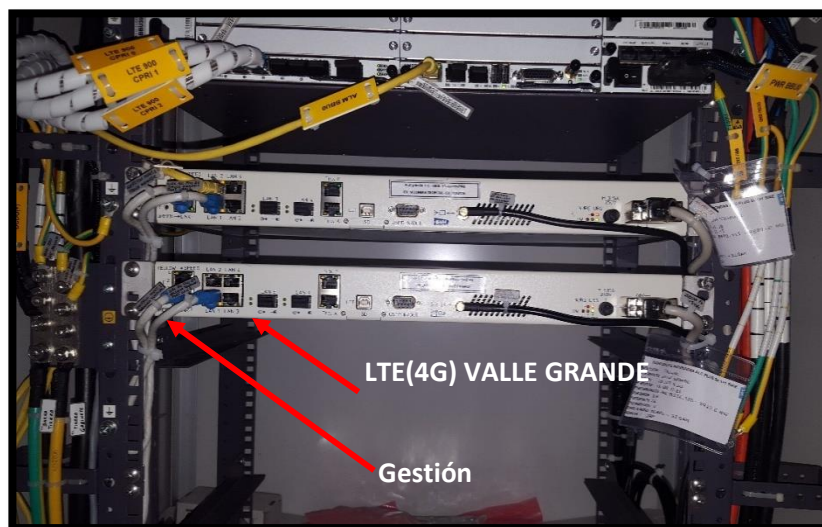


Figura 5.2-IDU Pasante de servicio LAN1 (4G Ebc Valle Grande) y Gestión
Fuente: Elaboración Propia



Figura 5.3- Torre y Antena Instalada.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 5.4- Antena 0.6m, ODU Instalada en Torre (Apuntando a V.GRANDE)
Fuente: Elaboración Propia

➤ **EBC VALLE GRANDE:**



Figura 5.5-Ebc Valle Grande.
Fuente: Elaboración Propia

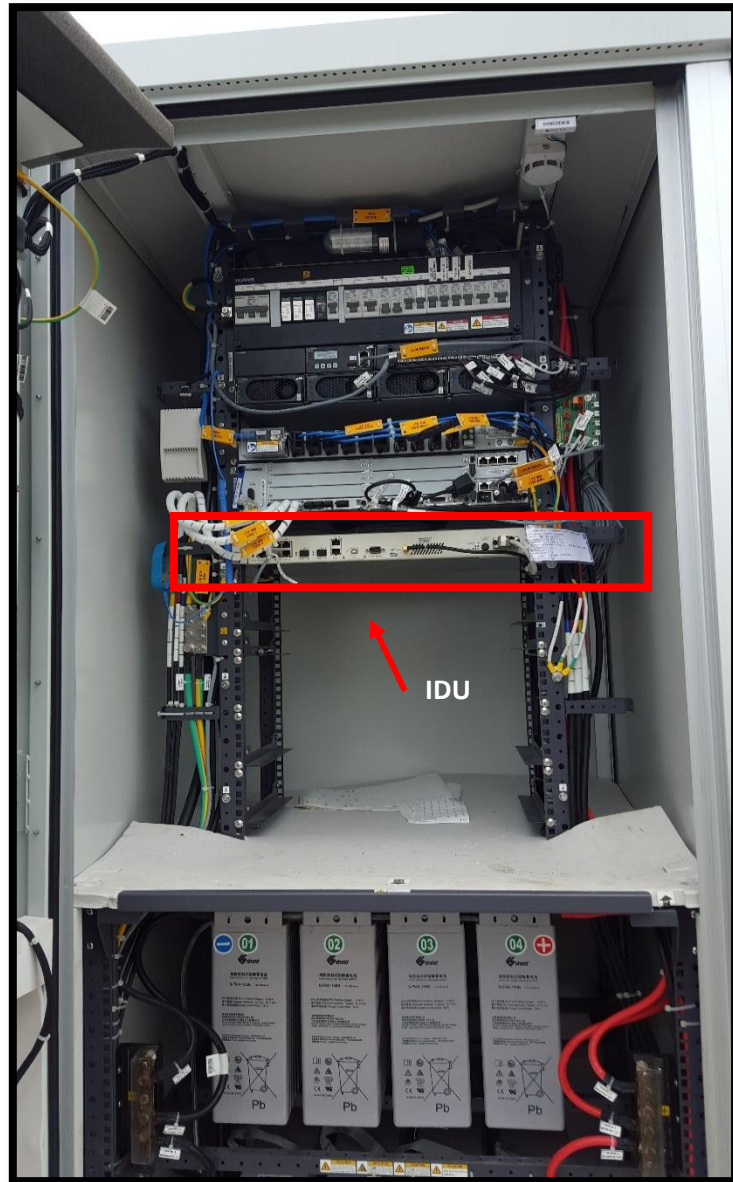


Figura 5.6- Instalación de la IDU, Breaker en Ebc Valle Grande.
Fuente: Elaboración Propia

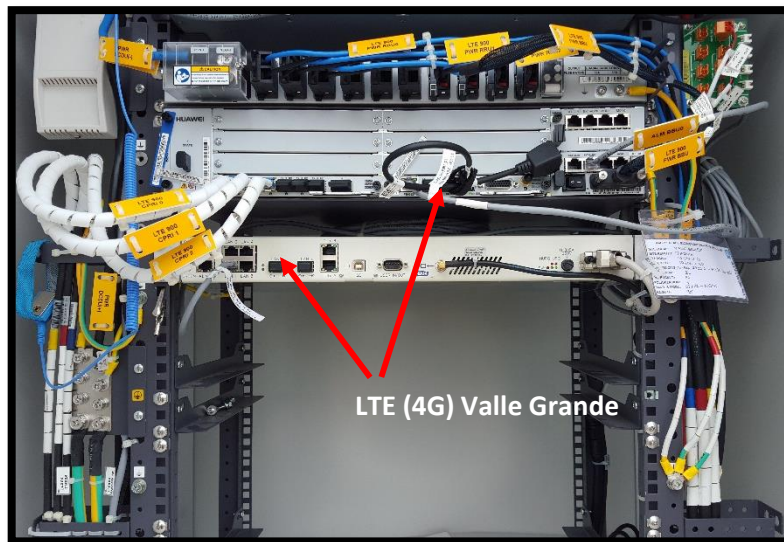


Figura 5.7- IDU Pasante de Servicio LAN1 (4G Ebc Valle Grande) y Gestión
Fuente: Elaboración Propia



Figura 5.8- Torre y Antena Instalada
Fuente: Elaboración Propia



Figura 5.9- Antena 1.2m, ODU Instalada en Torre (Apuntando a Pajonal)
Fuente: Elaboración Propia

3.3 CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

Al realizar el análisis teórico por medio de todas las ecuaciones que nos dan el cálculo de la potencia de recepción y comparándolas con los datos del simulador se concluye que todos los datos obtenidos están dentro de los parámetros aceptables. A continuación se muestra los resultados

ENLACE EBC PAJONAL DIR.EBC MOLINERA TROPICAL		
PARAMETROS	VALORES TEORICOS	VALORES DELSIMULADOR
PERDIDA DE ESPACIO LIBRE	132.2 dB	132.48
POTENCIA DE RECEPCION RX	-49.69dbm	-48.85dbm
PIRE	56.4(ambos estaciones)	55.06(Pajonal) y 54.87(M. tropical)

Tabla 11 –Comparación de Valores Teórico y Simulados
Fuente: Elaboración Propia

ENLACE VALLE GRANDE DIR.EBC PAJONAL		
PARAMETROS	VALORES TEORICOS	VALORES DELSIMULADOR
PERDIDA DE ESPACIO LIBRE	135.1 dB	135.26
POTENCIA DE RECEPCION RX	-49.7dbm	-47.33dbm
PIRE	62.4(Valle Grande); 56.4(Pajonal)	59.57(Valle Grande) y 54.75(Pajonal)

Tabla 12 –Comparación de Valores Teórico y Simulados
Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis elaborado en el diseño se concluye que el enlace microondas es factible ya que existe línea de vista.
2. Se realizaron los procedimientos correctos y necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del enlace microondas.
3. Alinear correctamente las antenas fue fundamental para lograr un buen nivel de recepción del enlace.
4. La implementación de los dos enlaces Microondas fueron con equipos de la marca SIAE MICROELECTRONICA ya que estos cumplen con las especificaciones establecidas en el diseño.

Se usaron los siguientes equipos de transmisión:

- IDU: Alc plus2 1x2 E1,(1+0), 4GE .Al ser configurado a un ancho de banda de 56 MHz y una modulación de 32QAM logramos los 202Mbps que era la capacidad que se necesita para el servicio.
 - ODU :ASN8, SubBanda:2.Se usó la frecuencia de 8GHz porque al ser distancias mayores a los 10 km es recomendable trabajar en esta frecuencia para obtener buen nivel de recepción y que no exista caída del enlace
 - Antena :Modelo SLU0678DS6 y SLU1278DS6
5. El nivel de recepción nos indica que ambos enlaces microondas está en óptimas condiciones, nuestro nivel de recepción es mucho mejor que el nivel del umbral y está dentro de lo que pide el operador Telefónico. En la práctica real de instalación el Operador Telefónica del Perú considera valores aceptables mejores que -55 dbm.
 6. Desde la central en Lima el sistema de gestión de Telefónica del Perú tuvo acceso a los equipos por lo que se validó también la gestión de los enlaces.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda determinar los obstáculos del terreno donde se instalaran los enlaces microondas para saber si es factible realizar la implementación.
2. Se debe seguir los procedimientos correctos para el análisis y la implementación siguiendo todos los pasos mencionados.
3. De acuerdo al requerimiento del enlace buscar entre las distintas marcas de equipos microondas cual es la que cumpla o supere los requerimientos exigidos.
4. Para una red de microondas es fundamental realizar correctamente la parte de diseño, determinar el diámetro de antena, capacidad del enlace y tener claro cada uno de los factores que afecten el rendimiento del enlace.
5. Instalar las antenas a una altura libre para tener una correcta propagación en todo el año y tomar en cuenta las condiciones ambientales en la zona de instalación.
6. Tener presente que todo trabajo en altura presenta sus riesgos .Use completamente sus implementos de seguridad certificados, el exceso de confianza puede ocasionar un accidente o poner en riesgo la vida de todos los trabajadores.
7. Si se desea aumentar la capacidad del enlace de microondas se tiene que ingresar al IDU y cambiar sus parámetros de ancho de banda y modulación. La capacidad máxima del enlace es de 341Mbps cuando usamos un ancho de banda de 56MHz y una modulación de 256QAM.

BIBLIOGRAFIA

1. Flores, M.; Hernández, M y Martínez, W.(2007)."*Diseño de un enlace Microondas dedicado entre las Radio Bases de Acajate ,Cuanopala,Esperanza y una central en Puebla.* Recuperado de:
<http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/464>
2. Rosero, V. (2007)."*Análisis de Alternativa de Optimización del Sistema de Comunicaciones Petroproduccion enlace Distrito Quito-Distrito Amazónico.*
Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/189/1/CD-0587.pdf>
3. Terán, D. (2013). *Ampliación de capacidad de la microonda para la red WAN de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. en la ciudad de Cuenca* Recuperado de:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6101>
4. Castro, R.(2007).*Fundamentos ,Infraestructura, Diseño e Implementación de un enlace Punto a Punto de Microondas dentro de la Jerarquía Digital Plesiocrona(PDH) EN MEXICO.* Tesis de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica. Instituto Politécnico Nacional. D.F. Mexico
5. Tomasi W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas.* Mexico: Prentice Hall.
6. Martínez, t. (2012).*Radioenlaces en banda Licenciada.* Recuperado de:
<http://www.telequismo.com/2012/07/radioenlaces-microondas-en-banda.html>
7. Buettrich, S. (2007).*Calculo de Radio enlace.* Recuperado de :

http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/06_es_calculo-de-radioenlace_guia_v02.pdf

8. Balacco, J. (2008). *Radio enlace digital en un entorno urbano y sub urbano*. Recuperado de:

http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Especializaciones/Redes_y_Seguridad/Trabajos_Finales/Balacco_Jose.pdf

9. Info región Agencia de Prensa Ambiental.(2007). *Departamento San Martin*. Recuperado de :

<http://www.inforegion.pe/5370/discuten-proyecto-que-entregaria-areas-del-departamento-de-san-martin-a-loreto/>

10. Proyecto especial Alto Mayo(2012).Plan estratégico de desarrollo concentrado Provincial Rioja 2012-2021.Recuperado de:

<http://www.munirioja.gob.pe/contenidospdf/instrumentosgestion/pdc2012.pdf>

11. Siae Microelectronica. (2012). Unified Ran Transport Solution: Cisco-Siae Microelectronica Interoperability.Recuperado de :

http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/service-provider/unified-ran-backhaul/white_paper_c11-707543.pdf

12. Siae Microelectronica. Recuperado de:

<https://www.siaemic.com/>

13. Siae .ALS series. Recuperado de :

http://www.advantec.it/wp-content/uploads/SIAE-ALS-ALCplus2e_Leaflet-ALS.L.01.13.pdf

14. Siae. ALS IP/PDH /SDH Series. Recuperado de
http://www.digitalairwireless.com/files/SIAE-ALS-Series-Brochure_1369146012.pdf

15. Siae. Antena Product Specifications Recuperado de:
<http://yuanchuangli.6655.la:1655/upload/Files/2013/11/20131106084340.pdf>

16. Siae. Alfo plus. Recuperado de:
<https://www.siaemic.com/index.php/alfoplus>

ANEXOS 1

PANTALLAS DE LA CONFIGURACION UTILIZANDO EQUIPOS DE TRANSMISION DE LA MARCA SIAE MICROELETTRONICA

-Para la configuración de la IDU se nos asignó frecuencias y la capacidad del enlace de 200 Mb:

Para lograr la capacidad del enlace la IDU se configura a:

Ancho de banda: 56 MHz y modulación 32 QAM

➤ Enlace EBC Pajonal dir. Ebc Molinera Tropical:

Ebc Pajonal : **Ftx:** 8192.445 (HIGHT) ; **Fr:** 7881.125(Low)

EBC Molinera Tropical : **Ftx:** 7881.125(Low) ; **Fr:**8192.445 (HIGHT)

➤ Enlace Ebc Valle Grande dir. Ebc Pajonal:

Ebc Pajonal : **Ftx:** 8236.920 (HIGHT) ; **Fr:** 7925.6(Low)

EBC Valle Grande : **Ftx:** 7925.6(Low) ; **Fr:** 8192.445 (HIGHT)

• Pantallas enlace: Ebc Pajonal dir. Ebc Moliner Tropical:

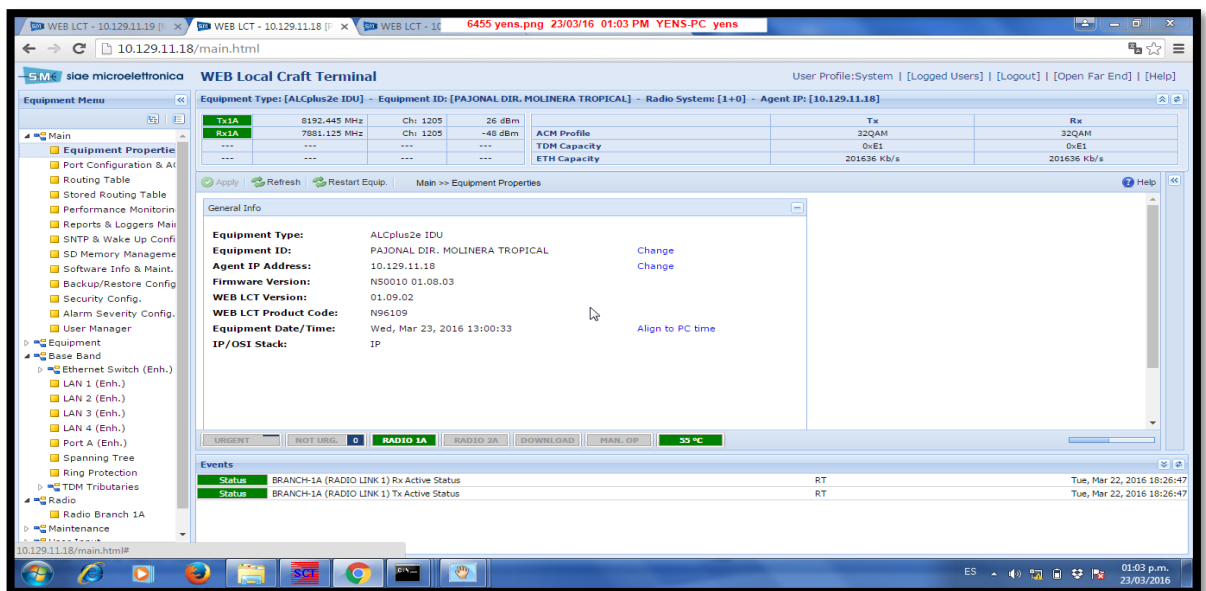


Figura 1.1 – Nombre del Enlace, IP de Gestión, Modelo de IDU
Fuente: Elaboración Propia

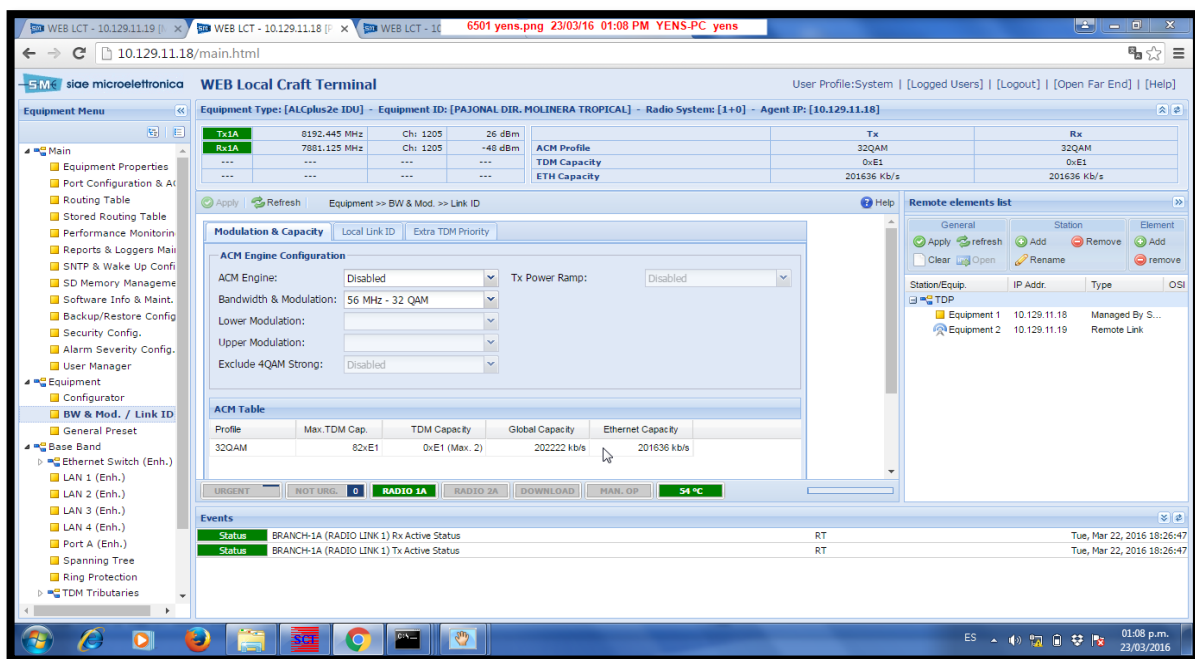


Figura 1.2 – Ancho de Banda, Modulación
Fuente: Elaboración Propia

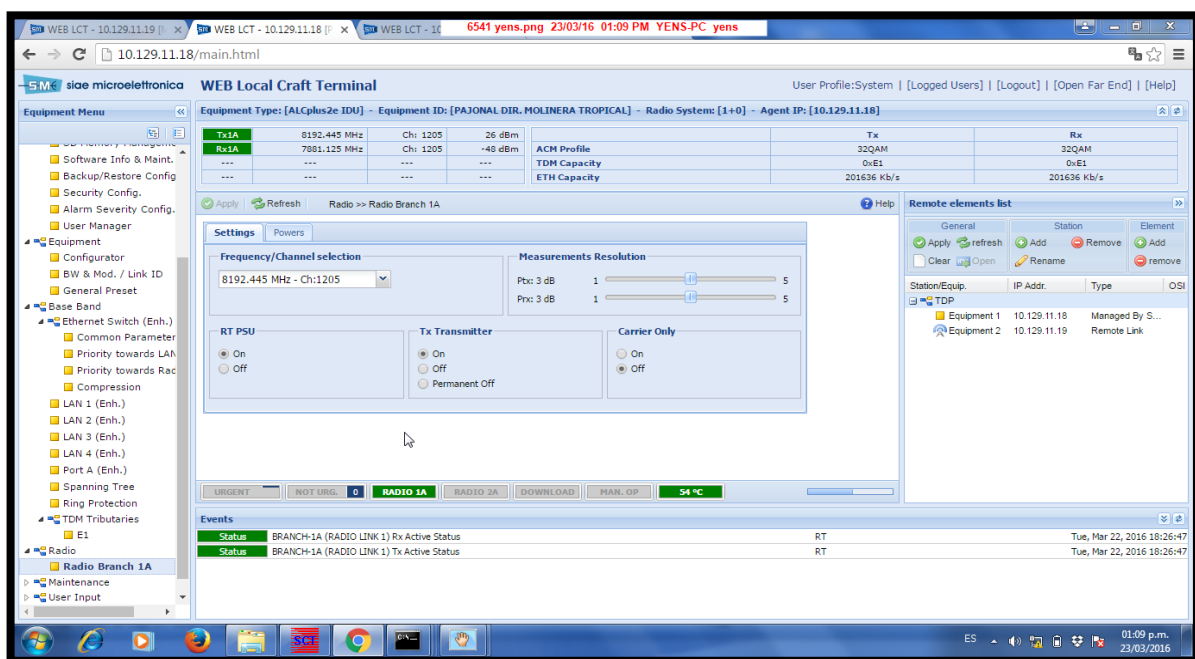


Figura 1.3 –Asignación de Frecuencia y Canal.
Fuente: Elaboración Propia

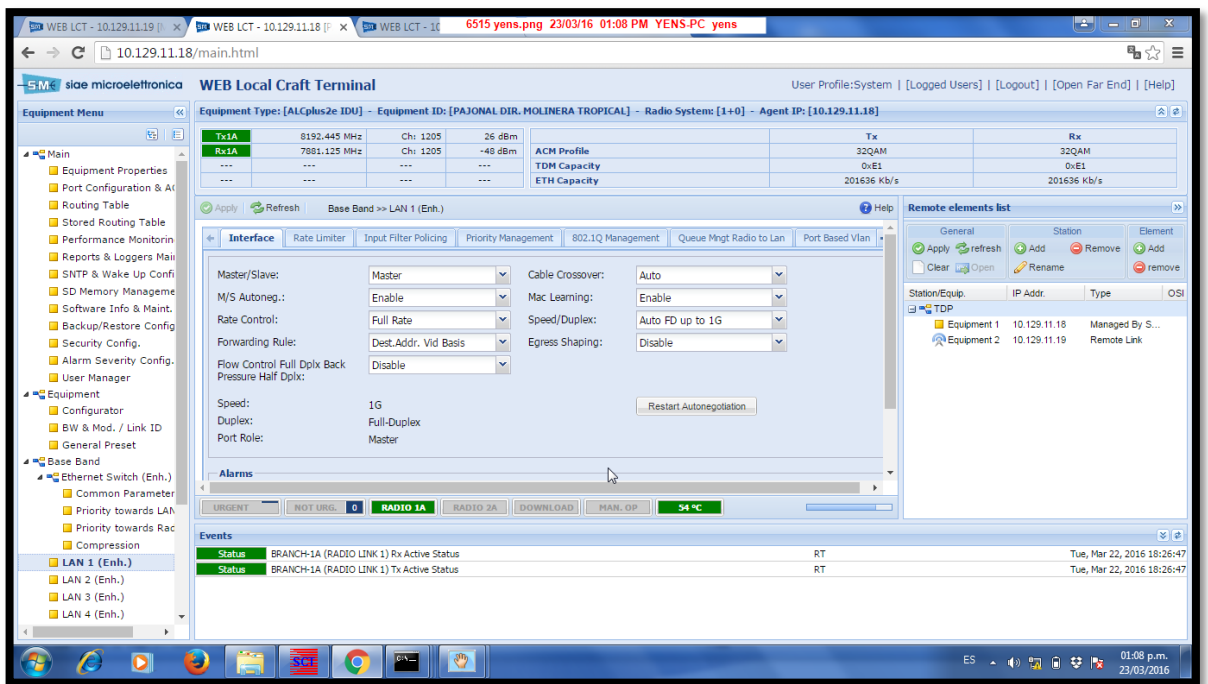


Figura 1.4 – Lan 1 Habilitado.
Fuente: Elaboración Propia

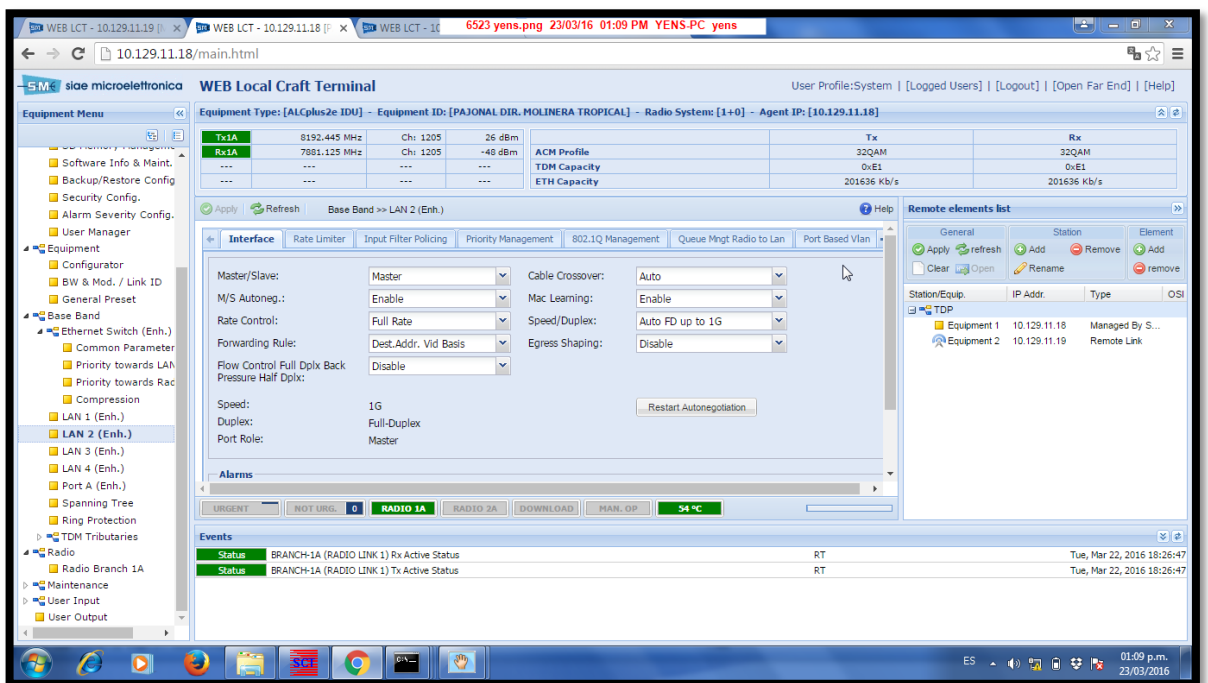


Figura 1.5 – Lan 2 Habilitado
Fuente: Elaboración Propia

- Pantallas enlace: Ebc Valle Grande dir. Ebc Pajonal:

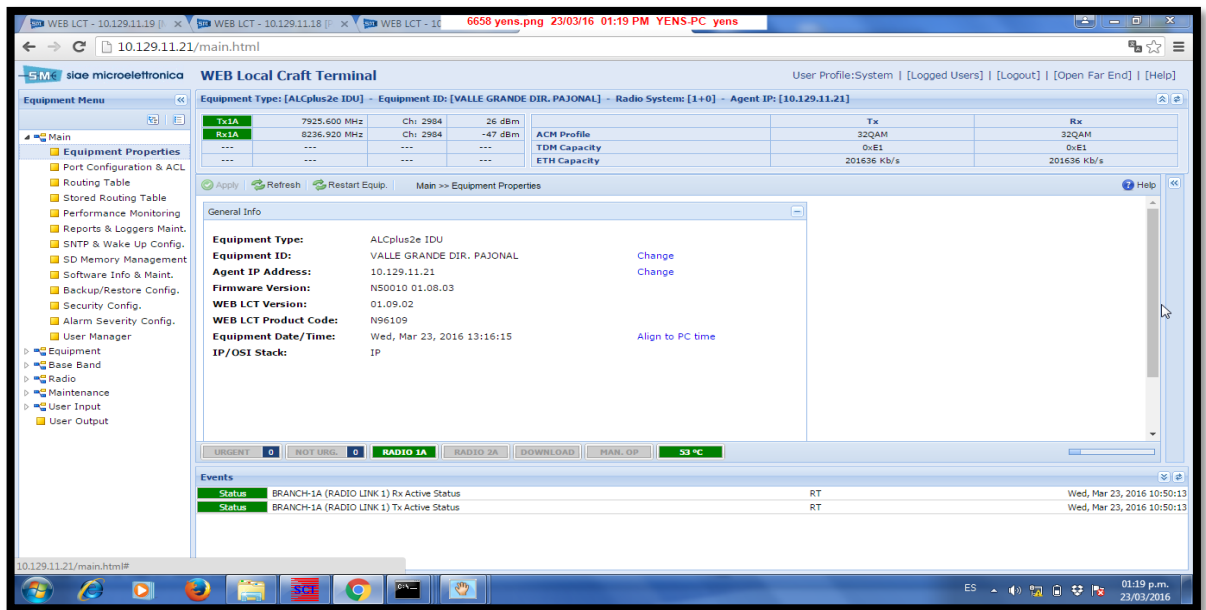


Figura 1.6 – Nombre del Enlace, IP de Gestión, Modelo de IDU
Fuente: Elaboración Propia

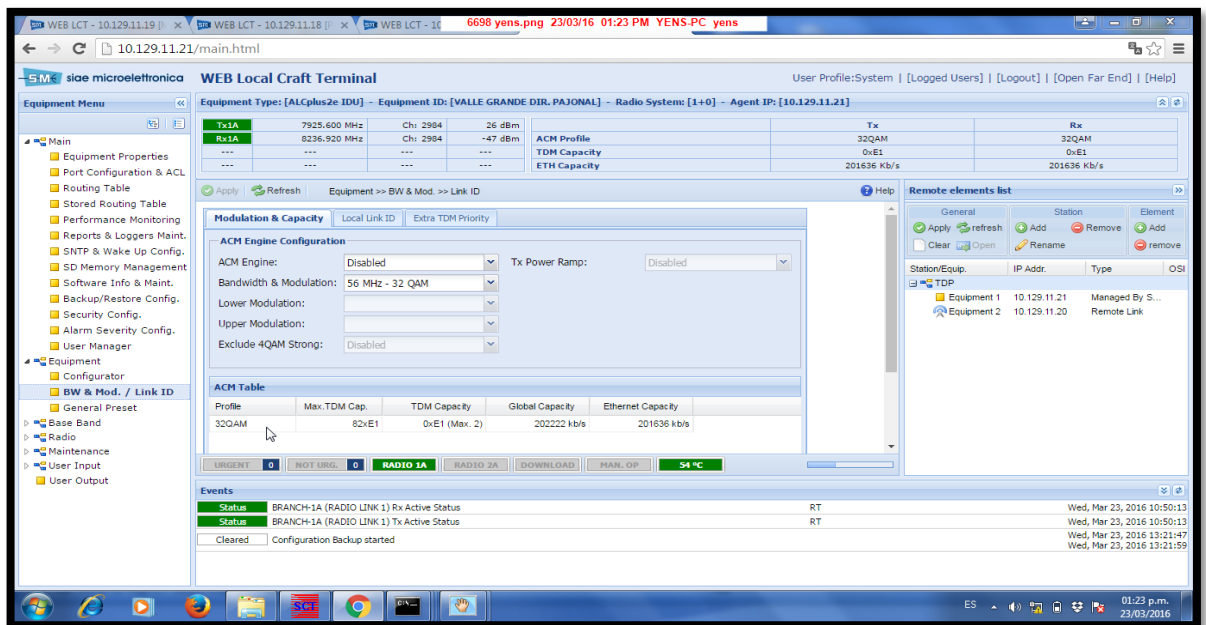


Figura 1.7 – Ancho de Banda, Modulación
Fuente: Elaboración Propia

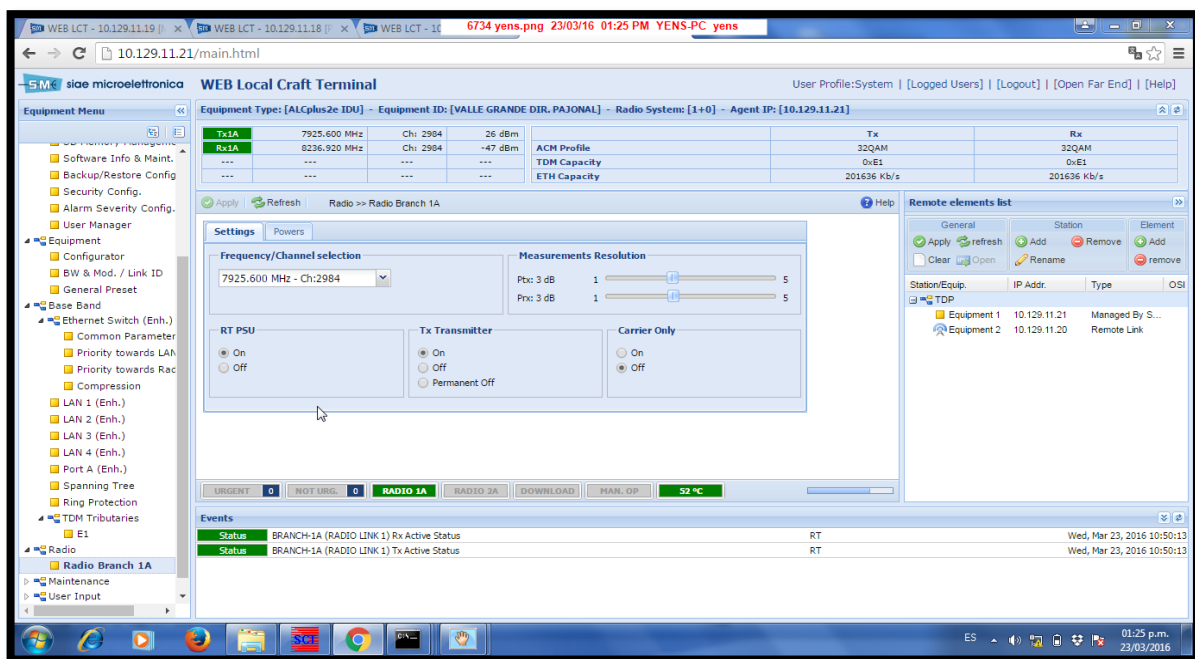


Figura 1.8 – Frecuencias de frecuencia y Canal.
Fuente: Elaboración Propia

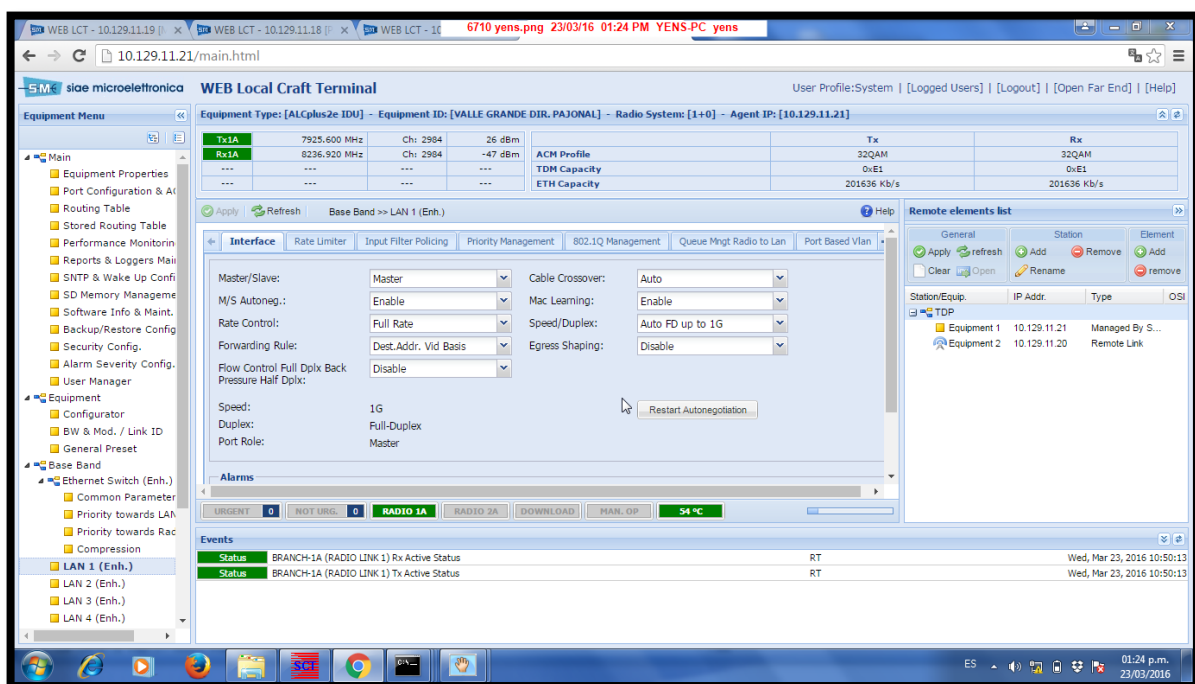


Figura 1.9 – Lan 1 Habilitado
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. IDU: ALCPLUS 2e ,1+0, 4GE



Fuente: Elaboración Propia

Capacidad del enlace:

EQUIPO	AIC Plus 2						
Channel Spacing	4 QAM	8 PSK	16 QAM	32 QAM	64 QAM	128 QAM	256 QAM
7 MHz	09 / 11 Mbps	15 Mbps	21 Mbps	26 Mbps	32 Mbps	36 Mbps	42 Mbps
14 MHz	18 / 21 Mbps	30 Mbps	42 Mbps	52 Mbps	63 Mbps	73 Mbps	86 Mbps
28 MHz	36 / 42 Mbps	63 Mbps	83 Mbps	104 Mbps	125 Mbps	145 Mbps	171 Mbps
56 MHz	72 / 83 Mbps	124 Mbps	166 Mbps	202 Mbps	241 Mbps	287 Mbps	341 Mbps

Fuente: Elaboración Propia

INDOOR UNIT

IDU Model	ALCplus2e	
IDU Compact Version	ALCplus2e : IDU 1RU	ALCplus2e : N x IDU 1RU NODE
Configuration	1+0 / 1+1 / 2 x (1+0) / XPIC	2N x (1+0) , N x (1+1) , N x XPIC Node up to 16 Radio directions
TDM Transmission Capacity	Up to 164 x E1 (per radio direction)	N x 164 x E1
Ethernet Throughput Capacity	1Gbps w/o Header Compression 2Gbps with Header Compression	N x1 Gbps w/o Header Compression N x2 Gbps with Header Compression
Modulation	4QAMs / 4QAM / 8QAM / 16QAM / 32QAM / 64QAM / 128QAM / 256QAM with ACM	
Tributary Interfaces	6xGbE + 18xE1 + 2xSTM1+ NBUS * 6xGbE + 34xE1 + 2xSTM1 * 6xGbE + 2xE1* TDM/PWE3 mode software selectable Non blocking TDM Cross Connections 6 Gbps switching capability Synchronous Ethernet +1588v2 Support	2 x N x STM1, 18 x N x E1, 4 x N x GbE N equal to number of stacked IDUs TDM/PWE3 mode software selectable Non blocking TDM Cross Connections Single Node SW management Synchronous Ethernet +1588v2 Support
Security features	HTTps / SNMPv3 / SFTP / SSH	
Maintenance Interfaces	2x10BaseT + USB + G704 (E1)	2xNx10BaseT + USB + G704 (E1)

* 6xGbE = 4GbE + 2GbE



ALCplus2e IDU
6xGbE + 34xE1 + 2xSTM1
Up to 2Gbps



ALCplus2e IDU
6xGbE + 2xE1
Up to 2Gbps



ALCplus2e Nodal IDU
6xGbE + 18xE1 + 2xSTM1 + Nodal Bus
Up to 16 directions

OUTDOOR UNIT

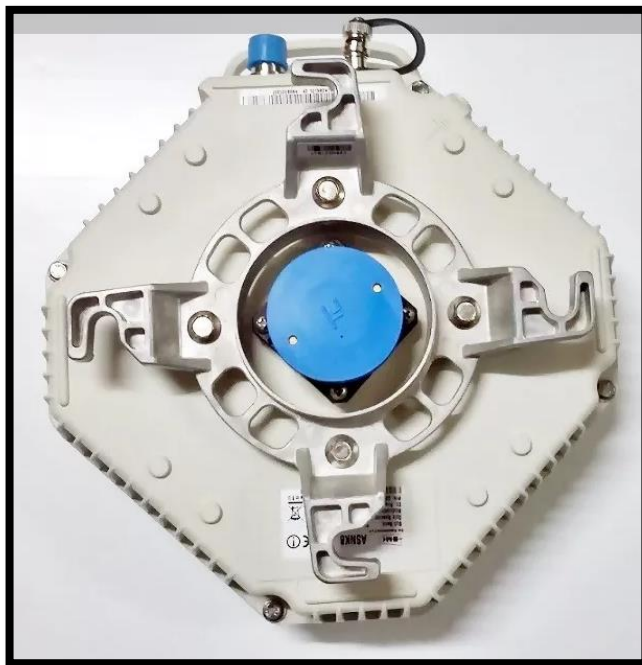
- Supporting any configuration
- Best in class Power consumption (12 W)
- Outstanding transmit power performance with lowest power consumption
- Small form factor: 2Liters volume
- Easy and quick deployment
- Built in ATPC functionality
- 1024 QAM modulation



Fuente: SIAE-ALS-ALCplus2e .Recuperado de:
http://www.advantec.it/wp-content/uploads/SIAE-ALS-ALCplus2e_Leaflet-ALS.L.01.13.pdf

2. ODU: ASN8

Este sistema de radio puede funcionar en la frecuencia 8GHz



Fuente: Elaboración Propia

Technical Specification

Frequency Band	4 GHz	6L/6U GHz	7/8 GHz	10/11 GHz	13 GHz	15 GHz	18 GHz	23 GHz	25 GHz	28 GHz	32 GHz	38 GHz	42 GHz
Frequency Range	4.4-5.0	5.9-7.1	7.11-8.5	10.2-11.7	12.75-13.25	14.4-15.35	17.7-19.7	21.2-23.6	24.5-26.5	27.5-29.5	31.8-33.4	37-39.5	40.5-43.5
Modulation Schemes	4 QAM / 8 QAM / 16 QAM / 32 QAM / 64 QAM / 128 QAM / 256 QAM / 512 QAM / 1024 QAM												
Channel Spacing	3.5 MHz / 7 MHz / 14 MHz / 28 MHz / 40 MHz / 56 MHz												
Ethernet Throughput	Up to 1 Gbps per radio channel												
Supported Configurations	Terminal applications	1+0 / 1+1 / 1+1 SD / 1+1 FD / 2+0 / 2x(1+1) / XPKC											
	Nodal applications	Up to 8x(1+1) or up to 16x(1+0)											
Supported Capacities	2xET1 to 82xET1 / 160XE1 / 2KXTM1 / 4KXTM1												
Output Power (dBm) at Point C*													
AS ODU/ASN ODU													
4 QAM	+28	+29	+29	+28	+28	+28	+23	+23	+22	+21	+20	+19	+17
8 QAM	+28	+29	+29	+28	+28	+28	+23	+23	+22	+21	+20	+19	+17
16 QAM	+25	+26	+26	+25	+25	+25	+21	+21	+20	+19	+18	+17	+15
32 QAM	+25	+26	+26	+25	+25	+25	+21	+21	+20	+19	+18	+17	+15
64 QAM	+24	+25	+25	+24	+24	+24	+19	+19	+18	+17	+16	+15	+13
128 QAM	+24	+25	+25	+24	+24	+24	+19	+19	+18	+17	+16	+15	+13
256 QAM	+23	+24	+24	+23	+23	+23	+18	+18	+17	+16	+15	+14	+12
512 QAM	+23	+24	+24	+23	+23	+23	+18	+18	+17	+16	+15	+14	+12
1024QAM	+22	+23	+23	+22	+22	+22	+17	+17	+16	+15	+14	+13	+11
Receiver Sensitivity (dBm) at BER 10 ⁻⁶ at Point C (1+0 conf., 28MHz BW, RF filter losses included)													
AL/ALplus/ALS/ALplus2,ALplus2e (see indoor unit table)													
4 QAM	-89.5	-89.5	-89.5	-89	-89	-89	-88.5	-88.5	-88	-87.5	-86	-86.5	-85.5
8 QAM	-85.5	-82.5	-82.5	-82	-82	-82	-81.5	-81.5	-81	-80.5	-79	-79.5	-78.5
16 QAM	-81	-81	-81	-80.5	-80.5	-80.5	-80	-80	-79.5	-79	-77.5	-78	-77
32 QAM	-77.5	-77.5	-77.5	-77	-77	-77	-76.5	-76.5	-76	-75.5	-74	-74.5	-73.5
64 QAM	-75.5	-75.5	-75.5	-75	-75	-75	-74.5	-74.5	-74	-73.5	-72	-72.5	-71.5
128 QAM	-73.5	-73.5	-73.5	-73	-73	-73	-72.5	-72.5	-72	-71.5	-70	-70.5	-69.5
256 QAM	-70.5	-70.5	-70.5	-70	-70	-70	-69.5	-69.5	-69	-68.5	-67	-67.5	-66.5
512 QAM	NA	-67.5	-68	-67.5	-67.5	-67.5	-66.5	-67	-66.5	-66	-64.5	-65	-64
1024QAM	NA	-63.5	-64	-63.5	-63.5	-63.5	-63	-63	-62.5	-62	-60.5	-61	-60
Frequency Stability	±5 ppm												
Frequency Agility	250 KHz (software programmable)												
RTPC	Up to 30 in 1 dB steps												
ATPC	Up to 30 in 1 dB steps												
IDU/ODU Interconnection per terminal	500 Coaxial Cable per RT												
Dimensions (WxHxD)	1RU Compact IDU												
	ASN ODU 1+0												
Power Supply	-48 Vdc (-15%, +20%)												
Overall Power Consumption	1+0 Terminal	≤ 45 W											
	1+0 Terminal	≤ 60 W											
Environmental Performance	ODU Weather Proofing Class: IP65						IDU Temperature Range: -5°C to +50°C ODU Temperature Range: -35°C to +55°C Working Temperature range with performance not guaranteed: -45°C to +60°C						
Altitude	3000m												
Compliant with	ETSI EN 302 217												
(*) Typical values													

Fuente: SIAE-ALS-ALCplus2e. Recuperado de:
http://www.advantec.it/wp-content/uploads/SIAE-ALS-ALCplus2e_Leaflet-ALS.L.01.13.pdf

Modelo: ALFO HIGH, IP FULL OUTDOOR

MAIN FEATURES		Supported Configurations						
<ul style="list-style-type: none"> 1 Gbits throughput per radio channel 7,14, 28, 56 MHz channel BW support 4 QAM to 1024 QAM modulations Adaptive Code and Modulation POE+ or dedicated power supply port 2 GE ports optical or electrical In-band management Layer 1/2/3/4 Header Compressor 1588 v2 support 		(1+0), (1+1), 2x(1+0)						
		Modulation Schemes						
		4/16/32/64/128/256/512/1024 QAM (with ACM)						
		Supported Ethernet Throughput						
		50 Mbps to 1 Gbps						
		Traffic Interfaces						
		2xGE electrical or optical						
Output Power at Point C ¹		7/8 GHz	13 GHz	15 GHz	17 GHz <small>max25mW*</small>	18 GHz	23 GHz	38GHz
4 QAM strong		+29	+28	+28	+22	+23	+23	+19
4 QAM		+29	+28	+28	+22	+23	+23	+19
16 QAM strong		+26	+25	+25	+20	+21	+21	+17
16 QAM		+26	+25	+25	+20	+21	+21	+17
32 QAM		+25	+24	+24	+18	+19	+19	+15
64 QAM		+25	+24	+24	+18	+19	+19	+15
128 QAM		+25	+24	+24	+18	+19	+19	+15
256 QAM		+25	+24	+24	+18	+19	+19	+15
512 QAM		+25	+24	+24	+18	+19	+19	+15
1024 QAM		+24	+23	+23	+17	+18	+18	+14
Receiver Sensitivity at BER 10 ⁻⁴ at point C <small>(1+0 conf., 28/30 MHz RF Filter losses included)</small>		7/8 GHz	13 GHz	15 GHz	17 GHz <small>max25mW*</small>	18 GHz	23 GHz	38GHz
4 QAM strong		-90,5	-90	-90	-88,5	-89,5	-89,5	-87,5
4 QAM		-87,5	-87	-87	-87,5	-86,5	-86,5	-84,5
16 QAM strong		-83	-82,5	-82,5	-81	-82	-82	-80
16 QAM		-80	-79,5	-79,5	-78	-79	-79	-77
32 QAM		-78,5	-78	-78	-76,5	-77,5	-77,5	-75,5
64 QAM		-75,5	-75	-75	-73,5	-74,5	-74,5	-72,5
128 QAM		-72,5	-72	-72	-70,5	-71,5	-71,5	-69,5
256 QAM		-69,5	-69	-69	-67,5	-68,5	-68,5	-66,5
512 QAM		-66,5	-66	-66	-65,5	-66,5	-66,5	-63,5
1024 QAM		-63,5	-63	-63	-61,5	-62,5	-62,5	-60,5
Frequency Stability		± 5 ppm						
ATPC		20 dB range implemented in 1 dB steps						
ETPC		Up to 20 dB in 1 dB step, software programmable						
Service Channels		VoIP						
ODU Connector		RJ45 or SFP Optical Plug-in						
Management Interfaces		In band management, RJ45						
Mechanical Dimensions ODU (W x H x D)		254 x 254 x 154 (mm) 10 x 10 x 6 (in)						
Power Supply		35 + 00 VDC floating						
Power Consumption (per terminal)		± 35W in 1+0 configuration ± 70W in 1+1 configuration						
Environmental Performance								
ODU Weather Proofing Class		IP65						
ODU Operational Temperature (standard)		-35° C to +55 °C						
Ethernet Characteristics		MAC address switching, aging and learning VLAN / VLAN STACKING (IEEE 802.1ad with QinQ) Ethernet QoS (IEEE 802.1p) Flow Control (IEEE 802.3x) RMON Statistics LLF (Link Loss Forwarding) LAG (Link Aggregation IEEE 802.3ad) ETH OAM (IEEE 802.1ag / ITU-T Y.1731) RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol)						
Compliant with		ETSI, FCC						

* Utilized Frequency, Output Power values comply with SRD EIRP REC 70-03 using appropriated antenna, attached ETPC and Constant Aug Mod

Fuente: Sia. Alfo plus. Recuperado de:
<https://www.siaemic.com/index.php/alfoplus>

3. ANTENA MODELO SLU 0678DS6:

Diámetro: 0.6 frecuencia de operación 7 y 8ghz



Antenna Product Specifications

SLU0678DS

0.6m Ultra High Performance Low Profile Antenna, single-polarized,
7.1÷8.5 GHz



CHARACTERISTIC

General Specifications

Antenna Type	Ultra High Performance Low Profile Antenna, Single-Polarized Antenna
Diameter, nominal	0.6m / 2ft
Polarization	Single
Reflector Construction	One-piece reflector
Antenna Color	RAL7047
Radome Color	RAL7047
Radome Material Description	ABS

Electrical Specifications

Frequency	7.1÷8.5 GHz
Gain, Top	32.2 dBi
Gain, Mid	31.1 dBi
Gain, Low	29.6 dBi
Front-to-Back Ratio	57 dB
Cross Polar Discrimination (XPD)	30 dB
Beamwidth	4.7 °
VSWR	1.30
Return Loss	17.69 dB
Regulatory Compliance	ETSI EN 302 217 Range 1 Class 3

Fuente: Antena Product Specifications. Recuperado de:
<http://yuanchuangli.6655.la:1655/upload/Files/2013/11/20131104134231.pdf>



Mechanical Specification

Wind Velocity Operational	162km/h
Wind Velocity Survival Rating	250km/h
Fine Azimuth Adjustment	Coarse 360° Fine ±15°
Fine Elevation Adjustment	Coarse ±25° Fine ±15°
Mounting Pipe Diameter	Φ51÷Φ114 mm
Ice-load	25.4 mm
Operational Temperature	-45÷+75 ℃
Side Struts, Included	0
Net Weight	13.9kg


Wind Forces at Wind Velocity Survival Rating

Axial Force(FA)	1055 N
Side Force(FS)	679 N
Twisting Moment(MT)	443 N•m
Zcg without Ice	67mm
Zcg with 1"(25.4mm) Ice	99mm
Weight with 1"(25.4mm) Ice	18.4 kg

Fuente: Antena Product Specifications. Recuperado de:
<http://yuanchuangli.6655.la:1655/upload/Files/2013/11/20131104134231.pdf>

4. ANTENA MODELO SLU1278DS6:


Diámetro: 1.2 m frecuencia de operación 7 y 8ghz



Antenna Product Specifications

SLU1278S

1.2m Ultra High Performance Low Profile Antenna, single-polarized,
7.1÷8.5 GHz



CHARACTERISTIC

General Specifications

Antenna Type	Ultra High Performance Low Profile Antenna, Single-Polarized Antenna
Diameter, nominal	1.2m / 4ft
Polarization	Single
Reflector Construction	One-piece reflector
Antenna Color	RAL7047
Radome Color	RAL7047
Radome Material Description	ABS

Electrical Specifications

Frequency	7.1 ÷ 8.5 GHz
Gain, Top	37.7 dBi
Gain, Mid	37.3 dBi
Gain, Low	36.8 dBi
Front-to-Back Ratio	63 dB
Cross Polar Discrimination (XPD)	30 dB
Beamwidth	2.2°
VSWR	1.30
Return Loss	17.69 dB
Regulatory Compliance	ETSI EN 302 217 Range 1 Class 3

Fuente: Antena Product Specifications. Recuperado de:
<http://yuanchuangli.6655.la:1655/upload/Files/2013/11/20131106084340.pdf>



Mechanical Specification

Wind Velocity Operational	162km/h
Wind Velocity Survival Rating	250km/h
Fine Azimuth Adjustment	Coarse360° Fine ±15°
Fine Elevation Adjustment	Fine ±10°
Mounting Pipe Diameter	Φ114 mm
Ice-load	25.4 mm
Operational Temperature	-45÷+75 ℃
Side Struts, Included	1
Net Weight	43 kg

Wind Forces at Wind Velocity Survival Rating

Axial Force(FA)	4492 N
Side Force(FS)	2217 N
Twisting Moment(MT)	2044 N•m
Zcg without Ice	220 mm
Zcg with 1"(25.4mm) Ice	335 mm
Weight with 1"(25.4mm) Ice	125 kg

Fuente: Antena Product Specifications. Recuperado de:
<http://yuanchuangli.6655.la:1655/upload/Files/2013/11/20131106084340.pdf>