

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE TECNOLOGIA**  
**CARRERA: ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**



**MEMORIA TECNICA**  
**NIVEL: LICENCIATURA**

**“INSTALACION DE ENLACE MICROONDAS”**

**POSTULANTE: FRANZ YILMAR RAMOS MAMANI**

**TUTOR: LIC. JAVIER YUJRA TARQUI**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**GESTION 2015**

### **DEDICATORIA:**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron. Papá y Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

### **AGRADECIMIENTOS:**

Agradezco a los señores docentes que me instruyeron, a mi familia que fue pilar fundamental en mi formación y educación como persona, a mis amigos que me brindaron su ayuda, su atención y lo más importante su amistad, también debo agradecer a esta institución por permitir mi formación como profesional, como persona y como ciudadano.

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ii
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	iii
<b>INDICE DE FIGURAS Y TABLAS</b> .....	iv
<b>CAPITULO I</b> .....	1
<b>DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD LABORAL</b> .....	1
1.1. DESCRIPCION DE LA INSTITUCION DONDE SE REALIZO LA ACTIVIDAD.....	1
1.2. ACOM INGENIERIA S.R.L. ....	1
1.2.1. RESEÑA HISTORICA .....	1
1.2.2. RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA .....	2
1.3 CARGOS DESEMPEÑADOS .....	2
1.4. RELACIONES DE SUBORDINACION Y SUPERORDENACION.....	3
<b>CAPITULO II</b> .....	4
<b>DESCRIPCION Y MARCO TEORICO DE LA ACTIVIDAD REALIZADA</b> .....	4
2.- INTRODUCCION.....	4
2.1.- SISTEMA MICROONDAS.....	5
2.1.1.- ESTRUCTURA GENERAL DE UN ENLACE POR MICROONDAS.....	5
2.1.2.- ANTENAS Y TORRES DE MICROONDAS.....	5
2.1.3.- PROPAGACION DE SEÑALES ELECTROMAGNETICAS.....	7
2.1.3.1 ATENUACION EN EL ESPACIO LIBRE.....	7
2.1.3.2 OTRAS CONSIDERACIONES EN LA PROPAGACION EN MICROONDAS.....	7
2.1.3.2.1 REFRACCION.....	9
2.1.3.2 DIFRACCION POR ZONAS DE FRESNEL (ATENUACION POR OBSTACULO).....	9
2.1.3.1.2 ATENUACION POR VEGETACION.....	11
2.1.3.1.3 ATENUACION POR LLUVIA.....	12
2.1.3.1.4 ATENUACION POR GASES Y VAPORES ATMOSFERICOS.....	12
2.1.3.1.5 DESVANECIMIENTO POR MULTIPLE TRAYECTORIA (FORMA DE DUCTOS).....	12
2.1.4 TECNICAS DE TRANSMISION.....	12
2.1.4.1 PDH (MULTIPLEXACION DIGITAL, JERARQUIA DIGITAL PLESIOCRONA).....	12
2.1.5 MODULACIÓN EN MICROONDAS .....	14
2.1.5.1 MODULACION DIGITAL FSK.....	14

2.1.5.2 MODULACION DIGITAL PSK.....	14
2.1.5.3 MODULACION DIGITAL QAM.....	15
2.1.5.4 RESUMEN DE FSK, PSK Y QAM.....	15
2.1.5.5 CONFIABILIDAD DE SISTEMA DE RADIO TRANSMISION POR MICROONDAS.....	16
2.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
2.3.- JUSTIFICACION.....	17
2.3.1.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	17
2.3.2.- JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	17
2.4.- OBJETIVOS.....	18
2.4.1.- OBJETIVO GENERAL.....	18
2.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	18
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>19</b>
<b>MARCO TEORICO.....</b>	<b>19</b>
3.1.- DESARROLLLO.....	19
3.2.- INTRODUCCIÓN AL MINI LINK TN.....	19
3.2.1.- AMM 2P.....	9
3.2.2.- AMM 6P.....	21
3.2.3.- AMM 20P.....	22
3.2.4.- COMPONENTES COMUNES DE LOS TN.....	25
3.3.- RAU Y ANTENAS.....	27
3.4.- CONFIGURACIONES MÁS COMUNES DE LOS MINI LINK TN.....	28
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>30</b>
<b>CASO DE ESTUDIO Y ANALISIS.....</b>	<b>30</b>
4.1.- ANALISIS NUEVO SITIO.....	30
4.2.- INSTALACION NUEVO SITIO.....	31
4.3.- CALCULOS DE LOS ENLACES.....	31
4.3.1 SIMULACION DEL ENLACE.....	39
4.4.- NUEVOS EQUIPOS A INSTALARSE EN LOS SITIOS.....	40
4.4.1. HERRAMIENTAS MÍNIMAS PARA LA INSTALACIÓN.....	46

4.5. INSTALACIÓN DE UNIDADES PARA INTERIORES (SALA DE EQUIPOS O SHELTER).....	46
4.5.1. INSTALACIÓN DEL PANEL PARA EL CABLE DE RADIO.....	47
4.5.2. INSTALACIÓN DE LA UNIDAD FAN.....	47
4.5.2.1. ATERRIZAR LA UNIDAD FAN.....	48
4.5.3. INSTALACIÓN DEL AMM.....	48
4.5.3.1. ATERRIZAR EL AMM.....	48
4.5.3.2. ENCAJAR EL AMM.....	48
4.5.4. INSTALAR LA TAPADERA DE GUÍA DE AIRE.....	48
4.5.5. INSERTAR Y REMOVER UNIDADES <i>PLUG-IN</i> .....	48
4.5.5.1. INSERTAR LAS UNIDADES <i>PLUG-IN</i> .....	49
4.5.5.2. REMOVER LAS UNIDADES <i>PLUG-IN</i> .....	49
4.6. INSTALACIÓN DE UNIDADES PARA EXTERIORES.....	49
4.6.1. ENSAMBLE DE LA ANTENA.....	50
4.7. ENSAMBLE DE LA MONTURA DE LA ANTENA.....	51
4.8. INSTALACIÓN DEL FEEDER/DIPOLO.....	51
4.8.1. POLARIZACIÓN VERTICAL.....	52
4.8.2. POLARIZACIÓN HORIZONTAL.....	52
4.9. INSTALACIÓN DE LA ANTENA.....	53
4.10. ENCAJANDO LA UNIDAD DE RADIO.....	53
4.10.1. UNIDAD DE RADIO INTEGRADA A LA ANTENA.....	53
4.10.2. UNIDAD DE RADIO SEPARADA DE LA ANTENA.....	54
4.11. AJUSTES FINALES.....	54
4.12. INSTALACIÓN DEL BRAZO DE SUSPENSIÓN.....	55
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>56</b>
<b>EJECUCION DE LA INSTALACION</b> .....	<b>56</b>
5.1. IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS EN SITIOS.....	56
5.2.- INTRODUCCIÓN.....	56
5.3. EQUIPOS RADIO.....	56
5.4. RADIOENLACE ALPACOMA-ARANJUEZ.....	56
5.5. INSTALACIÓN OUTDOOR.....	59

5.6. INSTALACIÓN INDOOR.....	61
5.7. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS MINI LINK TN.....	66
5.7.1 BASIC NE.....	68
5.7.2 CONFIGURE RADIO LINK.....	68
5.7.3 TRAFFIC ROUTING.....	69
5.8. PROCEDIMIENTO PARA ALINEACIÓN DE ANTENAS.....	69
5.9. SITIOS DESTINO.....	70
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
6.1. CONCLUSIONES.....	71
6.2. RECOMENDACIONES.....	72
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>73</b>
<b>APORTE ACADEMICO.....</b>	<b>73</b>
GLOSARIO DE TERMINOS.....	74
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>63</b>

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1: Relación de dependencia en Acom Ingeniería. ....	3
Figura 2.1 Zona de difracción.....	10
Figura 2.2 Zona de Fresnel.....	11
Tabla 2.1 Estándar Europeo, Americano y Japonés.....	13
Figura 2.3 Jerarquía Digital Plesiocrona.....	13

Figura 2.4 Modulación en ASK, FSK y PSK.....	15
Figura 2.5 Resumen de la modulación digital.....	16
Figura 3.1: Familia de Mini Link TN.....	20
Figura 3.2: Magazines del Mini Link TN.....	21
Figura 3.3: familia del Mini Link TN.....	21
Figura 3.4: AMM 2P.....	22
Figura 3.6: AMM 6P.....	22
Figura 3.7: Power Filter Unit 2 (PFU2).....	23
Figura 3.8: Fan Unit (FAU2).....	23
Figura 3.9: AMM 20P.....	24
Figura 3.10: Fan Unit 1 (FAU1).....	24
Figura 3.11.: Node Processor Unit for AMM 6P/AMM 20P (NPU 8x2).....	25
Figura 3.12: Power Filter Unit (PFU).....	26
Figura 3.13: Modem Unit (MMU2 C).....	26
Figura 3.14: Switch Multiplexer Unit (SMU2).....	27
Figura 3.15: bandas de trabajo de las RAU.....	27
Figura 3.16: parábola y radio integrada.....	28
Figura 3.17: parábola y radio separadas.....	28
Figura 3.18: radioenlace 1+0.....	29
Figura 3.19: radioenlace 1+1.....	29
Figura 4.1: Imagen de la Zonas donde se realizara el enlace de microondas.....	30
Figura 4.g. Grafica de la zona de fresnel (Fuente: Javier Yujra).....	34
Figura 4.h. Mapa con coordenadas de azimut (Fuente: Javier Yujra).....	35
Figura 4.i. Gráfica de ángulos de elevación (Fuente: Javier Yujra).....	36
Tabla 4.2: LIR Estación Alpacoma.....	36
Tabla 4.3: LIR Estación Aranjuez.....	37
Tabla 4.4: LIR Estación Achocalla.....	37
Tabla 4.5: LIR Estación Alto Obrajes.....	38
Tabla 4.6: LIR Estación Sopocachi.....	38
Figura 4.3.1 Imagen de la ubicación de estaciones en Google Earth.....	39
Figura 4.3.2 Introducción de coordenadas en Radio Mobile.....	40



Figura 4.3.2 Ubicación de las estaciones en Radio Mobile.....	40
Figura 4.3.3 Configuración de Parámetros.....	41
Figura 4.3.4 Configuración de la Topología de la Red.....	42
Figura 4.3.5 Introduciendo datos al sistema.....	43
Figura 4.3.6 Designación de Nodo y Terminal.....	43
Figura 4.3.7 Enlace finalizado entre las estaciones de Alpacoma y Aranjuez.....	44
Figura 4.3.8 Imagen entre Alpacoma y Aranjuez.....	44
Figura 4.7: Sistema de enfriamiento para el AMM 20P FAU1.....	47
Figura 4.8. Procedimiento de instalación para exteriores.....	49
Figura 4.9. Procedimiento de instalación para exteriores.....	51
Figura 4.10: Marca para polarización vertical y horizontal.....	52
Figura 4.11: Instalación de brazo o soporte de la antena.....	55
Figura 5.1: Panorámica de la torre ALPACOMA (fuente propia).....	57
Figura 5.2: Antena y radios del enlace ALPACOMA- ARANJUEZ (fuente propia).....	57
Figura 5.3: Antena y radios del enlace ALPACOMA- SOPOCACHI (fuente propia).....	58
Figura 5.4: Antena y radios del enlace ALPACOMA- ALTO OBRAJES (fuente propia).....	58
Figura 5.5: Kit de tierra en cable FI y conexión a barra de aterramiento (fuente propia).....	59
Figura 5.6: Barra de aterramiento (fuente propia).....	59
Figura 5.7: Recorrido del cable IF en escalerilla Horizontal y vertical (fuente propia).....	60
Figura 5.8: Pasamuros de entrada a sala de equipos. (Fuente propia).....	60
Figura 5.9: Identificación del cable IF. (Fuente propia).....	61
Figura 5.10: Cableado en escalerilla indoor. (Fuente propia).....	61
Figura 5.11: Porta transiciones de FI. (Fuente propia).....	62
Figura 5.12: Conexiones en el porta transiciones. (Fuente propia).....	62
Figura 5.13: Rack con TN (Fuente propia).....	63
Figura 5.14: Conexiones para el energizado del TN 20P (Fuente propia).....	63
Figura 5.15: Aterramiento del equipo TN (Fuente propia).....	64
Figura 5.16: NPU en TN 20P (Fuente propia).....	65
Figura 5.17: LTU en TN 20P (Fuente propia).....	65
Figura 5.18. Configuración conexión local (Fuente propia).....	66
Figura 5.19. Acceso a Mini Link craft (Fuente propia).....	66
Figura 5.20. Equipos TN (Fuente propia).....	67

Figura 5.21. onfiguracion Básica (Fuente propia).....	67
Figura 5.22. Configuración Interface principal (Fuente propia).....	68
Figura 5.23 Parámetros de frecuencia (Fuente propia).....	68
Figura 5.24 Traffic routing (Fuente propia).....	69
Figura 5.25. Curva de alineación.....	70

### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD LABORAL

---

#### 1.1 DESCRIPCION DE LA INSTITUCION DONDE SE REALIZO LA ACTIVIDAD

##### 1.2.- ACOM INGENIERIA S.R.L.

Acom Ingeniería S.R.L. es una empresa privada Boliviana de soluciones y consultoría en ingeniería Electrónica aplicada a las Telecomunicaciones dedicada a la prestación de servicios en el rubro de las telecomunicaciones en Bolivia.

##### 1.2.1.-RESEÑA HISTORICA

La empresa Acom Ingeniería S.R.L presta sus servicios en consultoría en Ingeniería Electrónica aplicada a las Telecomunicaciones. Nace de la necesidad del mercado de los operadores de servicios de Telecomunicaciones de contar con un soporte adecuado a sus necesidades, en cuanto a instalaciones, mantenimiento y soporte de sistemas.

La capacitación y actualización del personal sobre las nuevas tecnologías que van evolucionando, permanentemente se realizan cursos de capacitación con las empresas que se presta servicios.

##### Misión

- Ofrecer servicios en Ingeniería de Telecomunicaciones eficientes y profesionales en cuanto a instalaciones, mantenimiento e integración de sistemas de comunicaciones a nivel nacional.
- Trabajar con recursos humanos de excelente formación académica, y experiencia profesional, comprometidos con las exigencias de nuestros clientes
- Cumplir con todas las normas de seguridad industrial necesarias en el campo de las telecomunicaciones

- Ofrecer y trabajar con soluciones acordes a los avances tecnológicos de la región y del país.

### **Visión**

- Acom Ingeniería obtendrá un posicionamiento óptimo, como empresa, a nivel nacional
- Acom Ingeniería gozará de reconocimiento a nivel nacional como empresa proveedora de servicios de telecomunicaciones
- Formar recursos humanos en el área de telecomunicaciones.

### **1.2.2.-RECONOCIMIENTOS DE LA EMPRESA**

La empresa Acom Ingeniería cuenta con deferentes certificaciones internacionales, que avalan la realización de los diferentes proyectos.

**Ericsson**, nos certifica para realizar trabajos de instalación, configuración, operación y mantenimiento de sus equipos para telefonía celular, enlaces de microondas, rectificadores de energía, banco de batería, etc.

**Huawei Technologies**, certificación obtenida en el Brasil, que nos permite realizar instalaciones, configuraciones, operación y mantenimiento de equipos de este fabricante para equipos de Telefonía celular.

### **1.3.- CARGOS DESEMPEÑADOS**

Los cargos que se desempeñaron en Acom Ingeniería S.R.L. fueron los siguientes:

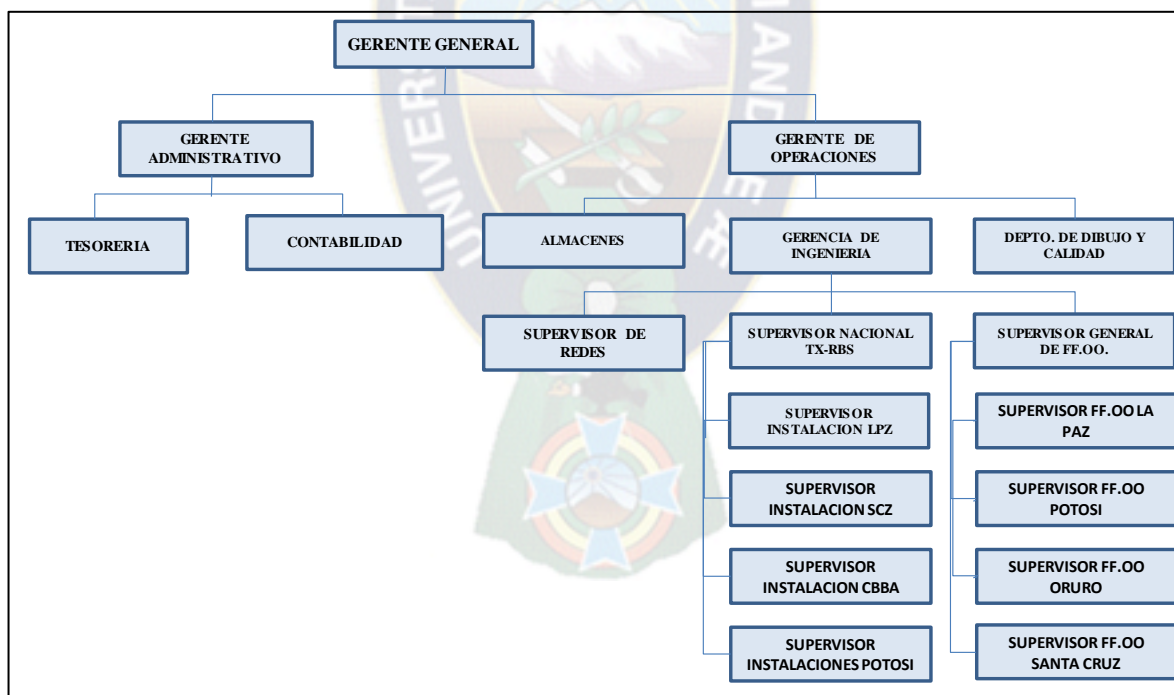
1. **Técnico en Instalaciones de Radiobases y Transmisión**
2. **Jefe de Grupo en Instalaciones de Radiobases y Transmisión**
3. **Supervisor de Proyectos Tx -RBS Regional La Paz**
4. **Supervisor Nacional de proyectos Tx - RBS**

Las actividades desarrolladas en los distintos cargos fueron las siguientes:

- Instalación de RBS y MW con equipos Ericsson y Huawei.
- Realizar mantenimiento Preventivo y Correctivo de las RBS Ericsson.
- Instalación, Supervisión y configuración de Mini Link E,TN de equipos Ericsson.
- Encargado de realizar ATP de nuevos sitios instalados.

#### 1.4.- RELACIONES DE SUBORDINACION Y SUPERORDENACION

En el cuadro siguiente se puede observar la relación funcional dentro del organigrama vigente en Acom Ingeniería S.R.L. pasamos a continuación a dar una breve descripción de los desempeños de la estructura de la empresa.



**Tabla 1: Relación de dependencia en Acom Ingeniería.**

### DESCRIPCION Y MARCO TEORICO DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

---

#### 2.- INTRODUCCION

Los sistemas de microondas terrestres han brindado solución a los problemas de transmisión de datos.

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.

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

A pesar de todo, los enlaces microondas terrestres siguen conformando un medio de comunicación muy efectivo para redes metropolitanas que interconectan radio bases, bancos, agencias de entidad pública y privada.

Las estaciones de microondas terrestres consisten en un par de antenas con línea de vista conectadas a un radio transmisor que irradian radio frecuencia (RF) en el orden de 1 – 50 GHz.

Las principales frecuencias utilizadas en microondas se encuentran alrededor de las 5 - 10 GHz, 18, 23 y 25 GHz, las cuales son capaces de conectar dos localidades de hasta 25 km de distancia una de la otra.

Los equipos e microondas que operan en frecuencias más bajas, entre 2 – 8 GHz, pueden transmitir de entre 30 – 45 Km, siendo la única limitante de estos enlaces la curvatura de la tierra, aunque con el uso de repetidores se puede extender su cobertura a miles de kilómetros.

## **2.1.- SISTEMA MICROONDAS**

### **2.1.1.- ESTRUCTURA GENERAL DE UN ENLACE POR MICROONDAS**

Básicamente un enlace de microondas consiste en tres aspectos fundamentales: el TRANSMISOR, el RECEPTOR y el CANAL AERREO.

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 llevada 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 utiliza torre para ajuste de dichas alturas.

### **2.1.2.- ANTENAS Y TORRES DE MICROONDAS**

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.

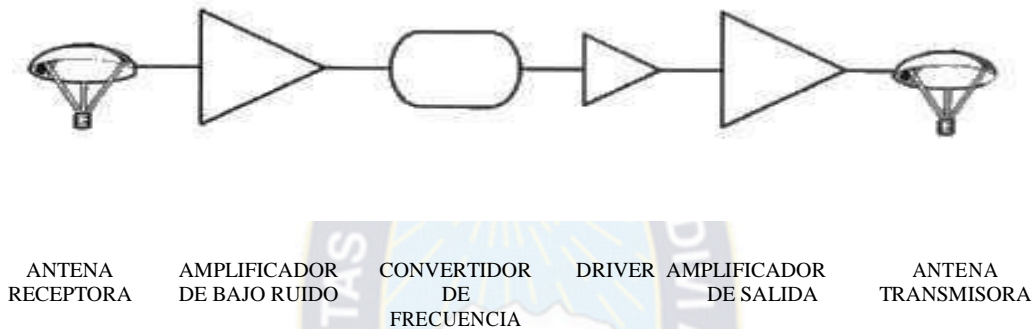
Los repetidores pueden ser de dos tipos, Activo y Pasivos:

En los repetidores pasivos o reflectores se realiza únicamente el camino de la dirección del haz radioeléctrico sin mejorar ni amplificar la ganancia de la señal, mientras que en un repetidor activo se cumple 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 amplificar y transmitirla.

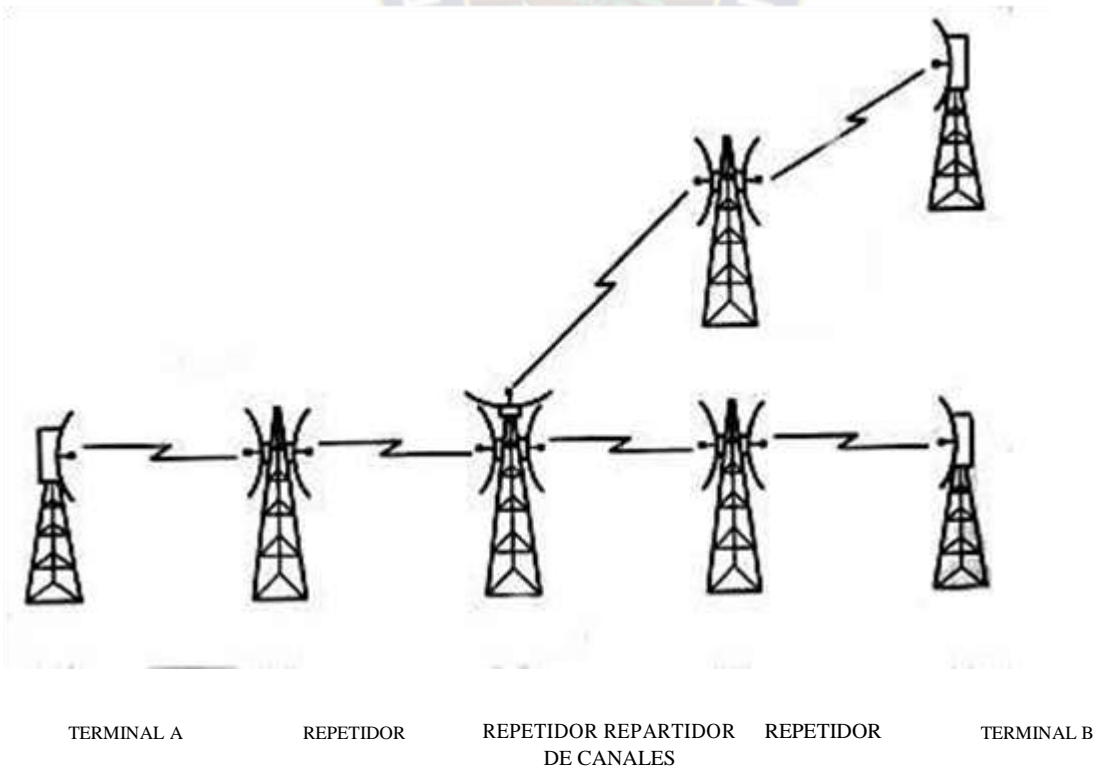
En un reflector activo, el proceso de transmisión no toma en cuenta tareas como el analizar y tratar la señal por alguna unidad de procesamiento de datos.

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, perdidas atmosféricas, perdidas en los equipos, etc.

La siguiente imagen en la parte a) se muestra como trabaja un repetidor, y en la parte b) como se ven los reflectores activos dentro de un enlace general.



a) bloques de un repetidor activo de microondas



b) vista de la conexión de enlaces utilizando repetidores activos



### **2.1.3.- PROPAGACION DE SEÑALES ELECTROMAGNETICAS**

Este estudio de la propagación va a concentrarse en las frecuencias de interés para la aplicación desarrollada, o sea, frecuencia dentro del rango de microondas, donde no se tiene en cuenta fenómenos como las reflexiones ionosfericas, ondas de superficie y especialmente atenuación por vegetación, por gases y vapores atmosféricos y por lluvia.

#### **2.1.3.1 ATENUACION EN EL ESPACIO LIBRE**

El espacio libre se define como un medio dieléctrico homogéneo, isótropo y alejado de cualquier obstáculo, como se puede comprobar en nuestro entorno esta circunstancia se da pocas veces. La superficie de la tierra no es uniforme y además la tierra presenta una curvatura, de cualquier manera si las antenas están dispuestas de forma conveniente, sin ningún obstáculo intermedio, se puede considerar que la única atenuación producida es la de espacio libre.

La atenuación del espacio libre es únicamente debida a la expansión de las ondas electromagnéticas en el espacio y al tamaño físico limitado de las antenas y no a ningún otro fenómeno.

#### **2.1.3.2 OTRAS CONSIDERACIONES EN LA PROPAGACION EN MICROONDAS**

Además de analizar la atenuación en el espacio libre, cabe analizar otras consideraciones en la propagación de las ondas electromagnéticas esto dentro de la zona baja de la atmosfera (la troposfera), por ser el espacio donde tiene lugar la mayor parte de la propagación radioeléctrica.

La troposfera es un medio no homogéneo que presenta variaciones del índice de refracción con la altura y las condiciones meteorológicas, esto se traduce en una curvatura de la de los rayos conforme viajan por la troposfera y la existencia de gases que producen un efecto de absorción de la energía de las ondas electromagnéticas, al entrar en resonancia con ciertas moléculas a determinadas frecuencias.

De lo mencionado anteriormente se hace conveniente analizar el gradiente del índice de refracción o el factor K que corresponde al radio eficaz de la tierra, el cual se lo define como el grado y la dirección de la curvatura que describe el haz de microondas durante su propagación y se obtiene según lo siguiente.

$$K+R'/R_t$$

Donde  $R_t$  es el radio real terrestre y  $R'$  es el radio de la curvatura ficticia de la tierra.

Cualquier variación del índice de refracción por la alteración de las condiciones atmosféricas, se expresa como un cambio del factor K. En condiciones atmosféricas normales, el valor K varía desde 1.2 para regiones elevadas y secas, hasta 2 o 3 para zonas costeras húmedas.

Si el valor de K disminuye a menos de 1, el haz se curva en forma opuesta a la curvatura terrestre. Este efecto puede obstruir parcialmente al trayecto de transmisión, produciéndose así una difracción.

El valor de la curvatura terrestre para los distintos valores de K se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$h = \frac{d_1 \times d_2}{2K} \times 1000(\text{mts})$$

Dónde:

$h$ =cambio de la distancia vertical desde una línea horizontal de referencia, en mts.

$d_1$ =Distancia desde el mismo punto anterior hasta el otro extremo del trayecto, en km.

$K$ =Factor del radio eficaz de la tierra.

Con excepción del desvanecimiento por efecto de trayectos multiple, los desvanecimientos son fácilmente superables mediante:

- Diversidad en espacio.
- Diversidad de frecuencia.
- Diversidad de polarización.

### 2.1.3.2.1 REFRACCION

La refracciones el aumento de la altura aparente de un objeto que hace que este sea visible cuando en realidad se encuentra por debajo del horizonte, y esta relacionado con la constante dieléctrica que a su vz depende del presión, de la temperatura y de la humedad, como indica la siguiente expresión.

$$N = (n - 1)10^6 = 77.6 \frac{p + 4810 \frac{e}{T}}{T}$$

Dónde:

N es el índice de refracción modificado o retroactividad.

N es el índice de refracción de la atmosfera.

e es la presión del vapor de agua (milibarios).

T es la temperatura absoluta ( en grados Kelvin)

El índice de refracción varía con la altura ya que las características físicas de la atmósfera varían con la altura.

### 2.1.3.2 DIFRACCION POR ZONAS DE FRESNEL (ATENUACION POR OBSTACULO)

La difracción es el fenómeno que ocurre cuando una onda electromagnética incide sobre un obstáculo, la tierra y sus irregularidades pueden impedir la visibilidad entre las antenas transmisoras y receptora en ciertas ocasiones. La zona oculta a la antena transmisora se denomina zona de difracción como se observa en la figura 2.1, en esta zona los campos no son nulos debido a la causa por el obstáculo, y por tanto es posible la recepción, si bien con atenuaciones superiores a las del espacio libre.

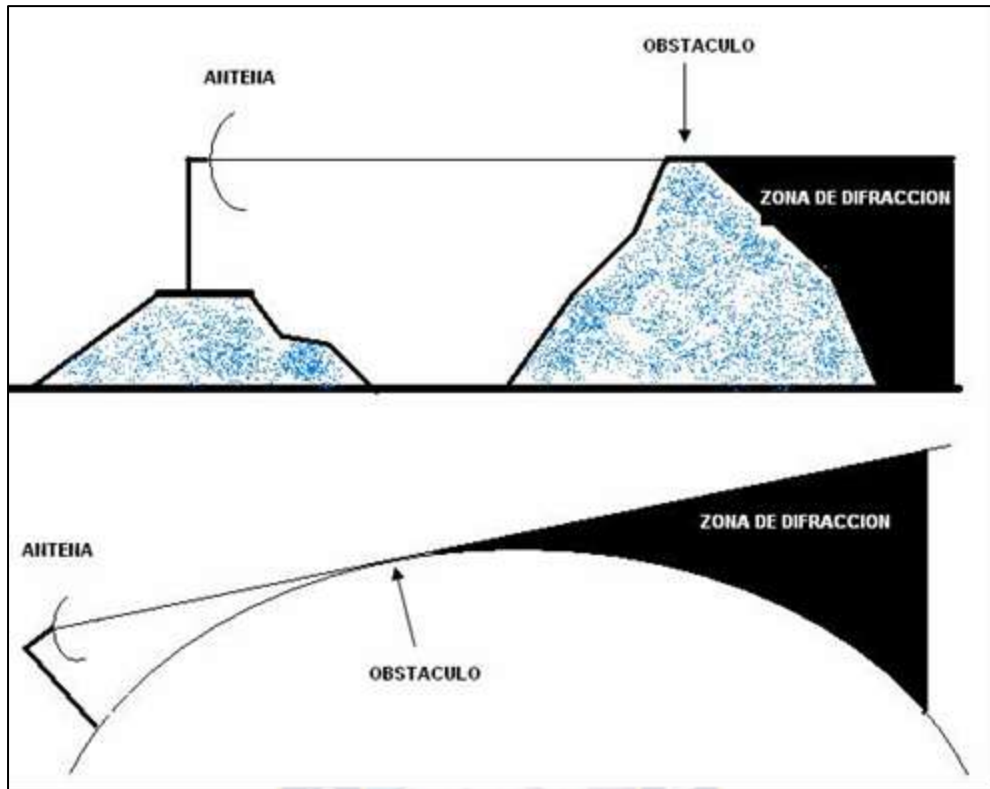


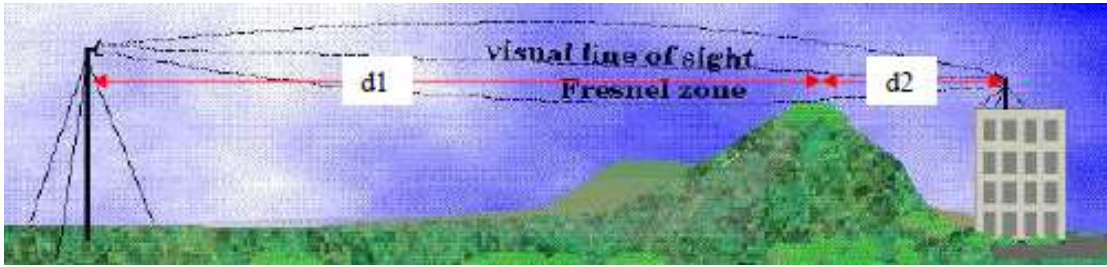
Figura 2.1 Zona de difracción

La sección transversal de la primera zona de fresnel es circular, las zonas subsecuentes de fresnel son anulares en la sección transversal, y concéntricas con las primeras; el concepto de las zonas de fresnel se puede también utilizar para analizar interferencias por obstáculo cerca de la trayectoria de una antena de radio. Esta zona se debe determinar primero, para mantenerla libre de obstrucciones.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de fresnel, pero la obstrucción máxima recomendada es el 20%.

Para establecer las zonas de fresnel, primero debemos determinar la línea de vista, que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la receptora; el radio de la sección transversal de la primera zona de fresnel tiene su máximo en el centro del enlace, en este punto.

La fórmula genérica del cálculo de las zonas de fresnel para cuando hay un objeto en la trayectoria como se muestra en la figura 2.2



$$F_1(m) = 17,35 \sqrt{\frac{d_1(km) \cdot d_2(km)}{f(GHz) \cdot D(km)}}$$

Figura 2.2 Zona de Fresnel

Dónde:

$F_1$  = radio de la primera zona de Fresnel (en metros)

$d_1$  = distancia desde la antena al punto de reflexión (en Km.)

$D$  = distancia desde la antena 1 a la antena 2 (en Km.)

$d_2 = D - d_1$

$f$  = frecuencia en GHz

$F_n = n^{\text{ésimo}}$  radio de la zona de Fresnel

$F_1 = 1^{\text{er}}$  radio de la zona de Fresnel

$n$  = número de zona de Fresnel

Nota:  $n$  impar => adición

$n$  par => cancelación

### 2.1.3.1.2 ATENUACION POR VEGETACION

Cuando el receptor de un sistema de radiocomunicaciones se muestra en el interior de un terreno boscoso, hay una pérdida a adicional por penetración de las ondas a través de el, lo que produce atenuación de la señal emitida por el transmisor.

### **2.1.3.1.3 ATENUACION POR LLUVIA**

En los radioenlaces troposféricos y por satélite, existe también una componente de atenuación debida a la absorción y dispersión por hidrometeoros (lluvia, nieve, granizo), en general, para los cálculos de disponibilidad de radioenlaces, solo es necesario avaluar la atenuación por lluvia excedida durante porcentajes de tiempo pequeños, y para frecuencia superiores a unos 6GHz.

### **2.1.3.1.4 ATENUACION POR GASES Y VAPORES ATMOSFERICOS**

Para trayectos troposféricos, las moléculas de O<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O absorben energía electromagnética, produciendo una atenuación que puede ser muy elevada en ciertas frecuencias. Esta atenuación adicional sólo tiene importancia en frecuencias superiores a 10 GHz.

### **2.1.3.1.5 DESVANECIMIENTO POR MULTIPLE TRAYECTORIA (FORMA DE DUCTOS)**

El desvanecimiento se debe normalmente a los cambios atmosféricos y las reflexiones del trayecto de propagación al encontrar superficies terrestres o acuáticas.

La intensidad del desvanecimiento aumenta en general con la frecuencia y la longitud de trayecto.

## **2.1.4 TECNICAS DE TRANSMISION**

### **2.1.4.1 PDH (MULTIPLEXACION DIGITAL, JERARQUIA DIGITAL PLESIOCRONA)**

PDH es una secuencia ordenada de velocidades de información expresada en bits por segundo (bps) que constituyen cada nivel jerárquico dado.

Los equipos jerárquicos de multiplexaje combinan un número definido de señales digitales con velocidades de nivel n-1 en una señal con velocidad de nivel n.

La multiplicación por división en el tiempo permite multiplexar varias portadoras T1 o E1 en portadoras de orden más alto.

En la tabla 2.1 que sigue se muestran los distintos niveles de multiplicación PDH utilizados en Norteamérica (Estados Unidos y Canadá), Europa y Japón.

Nivel	Norteamérica			Europa			Japón		
	Circuitos	kbit/s	Denominación	Circuitos	kbit/s	Denominación	Circuitos	kbit/s	Denominación
1	24	1544	(T1)	30	2048	(E1)	24	1544	(J1)
2	96	6312	(T2)	120	8448	(E2)	96	6312	(J2)
3	672	44736	(T3)	480	34368	(E3)	480	32064	(J3)
4	4032	274176	(T4)	1920	139264	(E4)	1440	97728	(J4)

Tabla 2.1 Estándar Europeo, Americano y Japonés

Para la jerarquía digital europea como se muestra en la figura 2.3, el multiplexor E1 representa el primer nivel de la jerarquía de multiplexación digital, al multiplexarse cuatro canales E1 forman un canal E2, generando un canal con velocidad de 8.448 Mbps, cuatro canales E2 generan un canal E3 con velocidad de 34.368 Mbps, de esta forma se puede seguir multiplexando en niveles superiores como E4, etc.

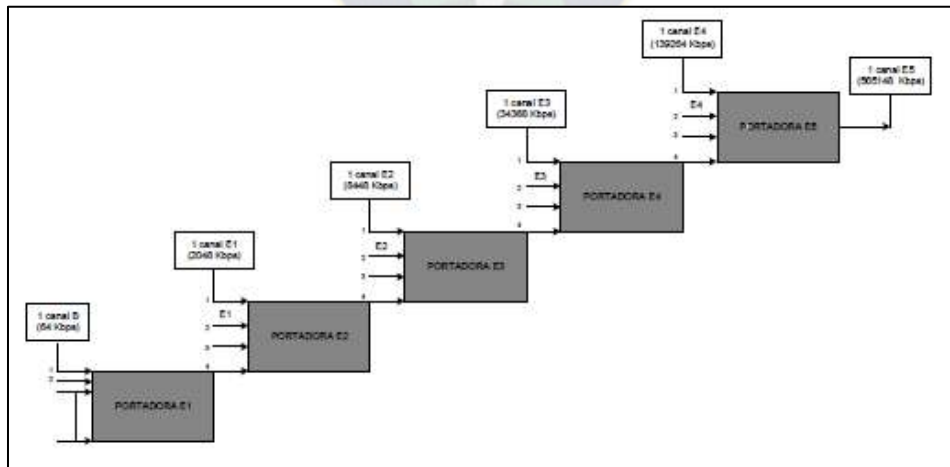


Figura 2.3 Jerarquía Digital Pliesicrona

El termino comunicaciones digitales abarca un área extensa de técnicas de comunicaciones, incluyendo transmisión digital y radio digital.

El radio digital es la transmisión de portadoras analógicas moduladas, en forma digital, entre dos o más puntos de un sistema de comunicación.

En un sistema de transmisión digital, la información de la fuente original puede ser en forma digital o analógica. Si está en forma analógica, tiene que convertirse a pulsos digitales, antes de la transmisión y convertirse de nuevo a la forma analógica, en el extremo de recepción.

En un sistema de radio digital la señal de entrada modulada y la señal de salida demodulada, son pulsos digitales en lugar de formas de ondas analógicas, estos son elementos que distinguen un sistema de radio digital de un sistema de radio AM, FM o PM.

En esencia, hay tres técnicas de modulación digital que se suelen utilizar en sistemas de radio digital: transmisión (modulación) por desplazamiento de frecuencia (FSK), transmisión por desplazamiento de fase (PSK), y modulación de amplitud en cuadratura (QAM), las cuales se las describe brevemente en el ítem siguiente.

## **2.1.5 MODULACIÓN EN MICROONDAS**

### **2.1.5.1 MODULACION DIGITAL FSK**

La Modulación digital FSK se basa en la transmisión de una señal senoidal que varía su frecuencia según el dato a transmitir. Es igual que la modulación analógica FM, pero aplicada a una señal digital. Soluciona los problemas impuestos por el ancho de banda del medio de transmisión y, además, como no lleva la información en la amplitud, le afecta mucho menos el ruido y la no linealidad de los amplificadores. Sin embargo, su implementación es más compleja que la de una modulación digital ASK

### **2.1.5.2 MODULACION DIGITAL PSK**

La Modulación digital PSK se basa en la transmisión de una señal senoidal en la que va cambiando su fase, dependiendo del dato digital a transmitir. Además de las ventajas de la FSK, al tratarse de una señal de frecuencia constante, es mucho más sencillo para el receptor sincronizarse con la señal recibida. Sin embargo es algo más compleja de implementar que la modulación digital FSK.



Se puede decir que una elección de compromiso entre coste y calidad es la modulación digital FSK, y que dependiendo de estos dos factores, podemos ir a una modulación más barata pero de menor calidad, como es la ASK, o por el contrario, se puede llegar a una modulación algo más costosa pero más fiable como es la modulación digital PSK. Las diferencias de estas tres modulaciones digitales son fácilmente observables en el dominio del tiempo, como se puede apreciar en la siguiente figura:

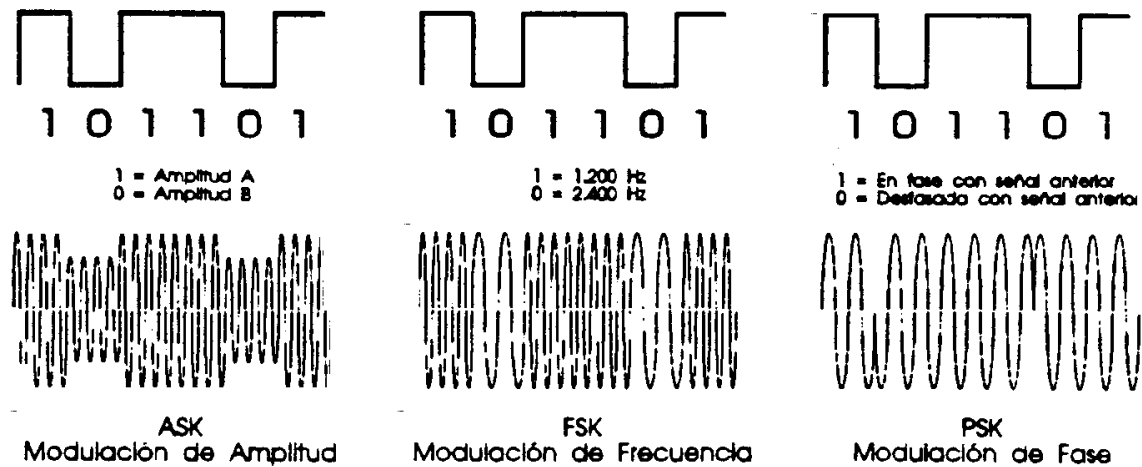


Figura 2.4 Modulación en ASK, FSK y PSK

### 2.1.5.3 MODULACION DIGITAL QAM

Se emplea para transmisión de televisión digital por cable. Es una combinación de modulación en fase y en amplitud. En cable se emplea la modulación 64 QAM, que genera un símbolo por cada 6 bits, presentando 64 posibilidades de amplitud / fase. Cada símbolo se caracteriza por su fase y su amplitud.

### 2.1.5.4 RESUMEN DE FSK, PSK Y QAM

Las distintas formas de FSK, PSK y QAM se resumen en la tabla 1.2 la cual presenta para cada tipo de modulación el número de bits utilizados, el ancho de banda necesario y la eficiencia que presenta el trabajar con una u otro sistema M-ario.

<b>Modulación</b>	<b>Codificación</b>	<b>Ancho de Banda BW (Hz)</b>	<b>Baudio</b>	<b>Eficiencia BW (bps por BW)</b>
<b>FSK</b>	Bit	$f b$	$f b$	1
<b>BPSK</b>	Bit	$f b$	$f b$	1
<b>QPSK</b>	Dibit	$f b / 2$	$f b / 2$	2
<b>8-QPSK</b>	Tribit	$f b / 3$	$f b / 3$	3
<b>8-QAM</b>	Tribit	$f b / 3$	$f b / 3$	3
<b>16-QPSK</b>	Quadbit	$f b / 4$	$f b / 4$	4
<b>16-QAM</b>	Quadbit	$f b / 4$	$f b / 4$	4

Figura 2.5 Resumen de la modulación digital

#### 2.1.5.5 CONFIABILIDAD DE SISTEMA DE RADIO TRANSMISION POR MICROONDAS

Las normas de seguridad de funcionamiento de los sistemas de microondas han alcanzado gran rigidez, por ejemplo, se utiliza un 99.98% de confiabilidad general en un sistema patrón de 6000 Km. de longitud, lo que equivale a permitir solo un máximo de 25 segundos de interrupción del año por cada enlace.

Por enlace o radioenlace se entiende el tramo de transmisión directa entre dos estaciones adyacentes, ya sean terminales o repetidoras, de un sistema de microondas; el enlace comprende los equipos correspondientes de las dos estaciones, como así mismo las antenas y el trayecto de propagación entre ambas. De acuerdo con las recomendaciones del CCIR, los enlaces, deben tener una longitud media de 50 Km.

Las empresas industriales que emplean sistemas de telecomunicaciones también hablan de una confiabilidad media del orden de 99.9999%, o sea un máximo de 30 segundos de interrupciones por año, en los sistemas de microondas de largo alcance.

Los cálculos estimados y cómputos de interrupciones del servicio por fallas de propagación, emplean procedimientos parcial o totalmente empíricos.

Los resultados de dichos cálculos generalmente se dan como tiempo fuera de servicio (TFS) anual por enlace o porcentaje de confiabilidad por enlace.

## **2.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La operador de Telefonía Celular **TIGO**, requiere una red de comunicación fiable entre las estaciones móviles, la demanda de servicios de datos de alta velocidad es cada vez más generalizada, a la vez que los sistemas celulares incorporan tecnologías de acceso radio más robustas. Ello se traduce en un volumen de tráfico mayor a soportar en las celdas y por tanto la red de transporte debe ser configurada para soportar todo el tráfico que la interfaz radio acepta.

## **2.3.- JUSTIFICACION**

### **2.3.1.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Realizar una adecuada implementación del enlace de microondas que nos permite una mejor calidad de transporte de datos. Toda estación base, debe estar conectada al resto de la red por medio de un canal de transmisión. Este canal es necesario para transportar la información del usuario y la señalización procedente del controlador de la red y demás elementos de la red.

### **2.3.2.- JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Para poder comunicarse con un usuario que se encuentra a kilómetros, es necesario que la estación que le ofrece cobertura este conectada a la red para establecer así un enlace. Por la distancia que se quiere cubrir lo más usual es utilizar un radio enlace contra otra estación ya integrada. Hay dos formas básicas de dar esta salida, por medio de un radio enlace o por fibra óptica. En caso que se usara fibra el costo económico es mayor que un radio enlace y puede no ser rentable.

El tener una amplia red fiable de alta calidad es una forma de captación de nuevos usuarios a la red, el cual se traduce en ingresos económicos para la empresa TIGO.

## **2.4.- OBJETIVOS**

### **2.4.1.- OBJETIVO GENERAL**

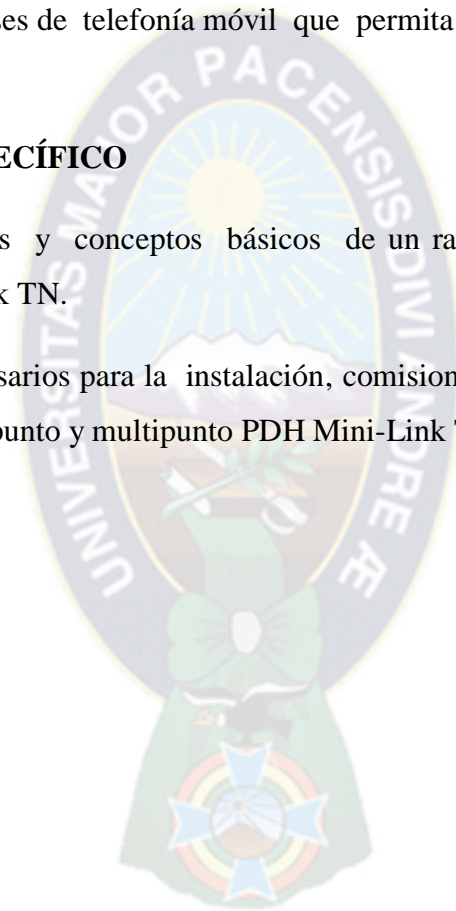
Transmitir mediante la memoria técnica la experiencia y los conocimientos adquiridos sobre la implementación de un radio enlace punto a punto.

Mostrar en forma general la descripción de los pasos a seguir para la instalación y puesta en servicio de un radio enlace punto a punto PDH Mini-Link TN Ericsson para un grupo definido de estaciones bases de telefonía móvil que permita la optimización de la red celular.

### **2.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICO**

Describir las características y conceptos básicos de un radio enlace punto a punto y multipunto PDH Mini Link TN.

Definir los conceptos necesarios para la instalación, comisionamiento y puesta en servicio de un radioenlace punto a punto y multipunto PDH Mini-Link TN.



#### **3.1.- DESARROLLLO**

El caso del presente trabajo, es poder explicar los procesos de la implementación de un radio enlace punto a punto y multipunto Mini-Link TN Ericsson para la operadora TIGO en La Paz para el clúster Alpacoma, para lo cual es necesario antes realizar un marco teórico de la red estructural, así como los parámetros técnicos de la interfaz de la tecnología como entender desde la implementación, puesta en servicio y su configuración final de la red.

#### **3.2.- INTRODUCCIÓN AL MINI LINK TN**

Mini-Link TN es uno de los sistemas de transmisión por microondas más utilizados a nivel mundial. Éste está diseñado para ofrecer un óptimo desempeño, capacidad, espectro y relación eficiencia-costo.

El Mini Link TN el sistema más desplegado de transmisión de microondas actualmente en el mundo.

La familia del Mini Link TN es uno de los últimos productos que ha incorporado Ericsson al mercado de las telecomunicaciones móviles. Ofreciendo un producto con gran efectividad, compacto y con escalabilidad, es uno de los mejores en relación coste-efectividad del mercado de transmisión de microondas.

Mini Link TN ha sido desarrollado para ser el sucesor del Mini Link E con una gama completa de características de compatibilidad y fácil integración en las redes existentes.

El sistema Mini Link TN combina características avanzadas de radio en microondas con el tráfico de enrutamiento integrado, PDH / SDH multiplexado, así como mecanismos de protección en el nivel de enlace y de red. El software configurable y el encaminamiento del tráfico minimiza el uso de cables, mejora la calidad de la red y facilita el control desde una

ubicación remota. Con el alto nivel de integración y reducción de hardware, el espacio de bastidor se puede reducir hasta en un 70% en comparación con las soluciones tradicionales.

Sus diferentes configuraciones van desde puntos finales de topologías con una única radio, hasta grandes centrales de conmutación donde se pueden concentrar multitud de enlaces finales, enrutados hacia un camino óptico.

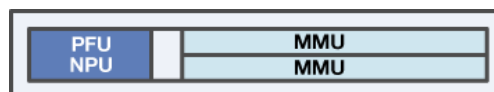


Figura 3.1: Familia de Mini Link TN

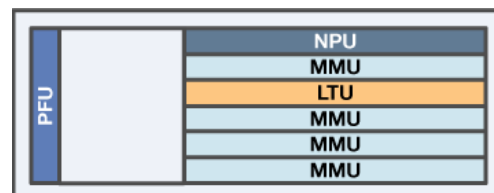
Existen tres magazines (o subbastidor) diferentes dentro de la familia de Mini Link TN. Cada uno de ellos se puede dotar de distinto hardware, a este hardware coloquialmente se le llama tarjetas.

Cada magazine lleva un mínimo de tarjetas para que pueda funcionar, como por ejemplo la fuente de alimentación o el procesador. Hay otras tarjetas que se utilizan para ampliar la capacidad del TN (esta opción solo se puede aplicar al 6P y 20P).

### MAGAZINE



2p



6p

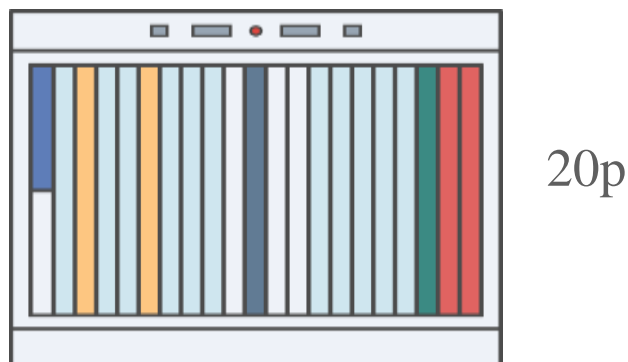


Figura 3.2: Magazines del Mini Link TN.

A continuación veremos más detalladamente cada uno de los componentes de los diferentes magazines que ofrece la familia del Mini Link TN.



Figura 3.3: familia del Mini Link TN.

### 3.2.1.-AMM 2P

El AMM 2P es el TN de menor capacidad de todos. Este tipo de equipos está diseñado para su utilización en puntos finales de la red.

Su capacidad está muy limitada, solo soporta uno o dos enlaces de 1+0 o bien un único enlace 1+1.

El AMM 2P está compuesto por:

- 2 posiciones para unidades módem (2+0 ó 1+1).
- 1 semi posición para tarjeta adicional.
- 1 semi posición para unidad procesadora del nodo (NPU).

Las posiciones no utilizadas se pueden equipar por cualquier otra unidad.

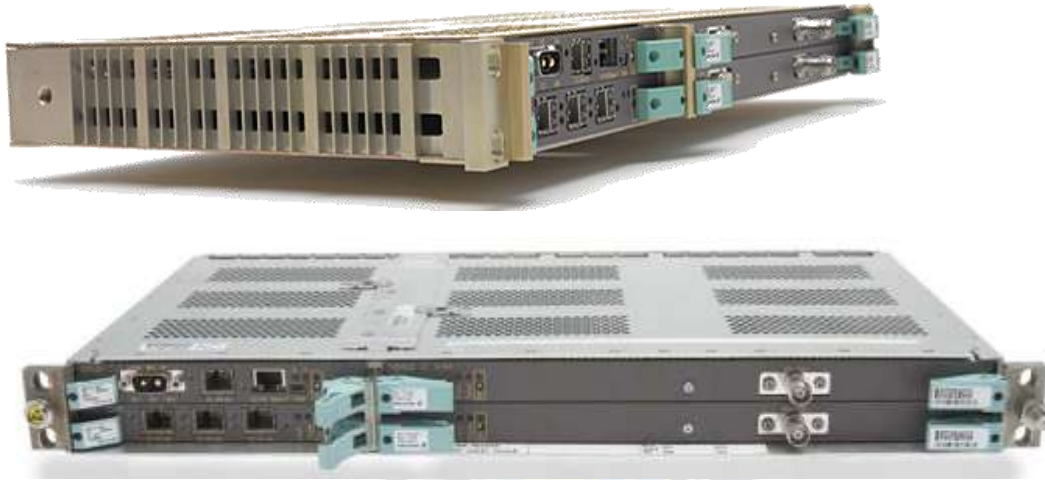


Figura 3.4: AMM 2P.

### 3.2.2.- AMM 6P

El magazine 6P es el más utilizado de toda la familia de los TN. Se suele utilizar en puntos intermedios. Este equipo permite distintas configuraciones.



Figura 3.6: AMM 6P.

**El AMM 6P** está compuesto por los siguientes elementos:

- 1 semi posición para la unidad procesadora del nodo.
- Mezcla PDH, SDH, Ethernet y ATM.
- Alimentación protegida, -48V/+24V.



Las posiciones no utilizadas se pueden equipar con cualquier otra tarjeta o poner una tapa ciega para su posterior utilización. La composición mínima que debe tener un TN es: NPU, PFU y FAU, en el siguiente punto se explicará la función de cada una de ellas.

Las dos únicas tarjetas que no se pueden utilizar en ningún otro TN son la fuente de alimentación (PFU2) y el ventilador (FAU2) ya que son específicos para este modelo.



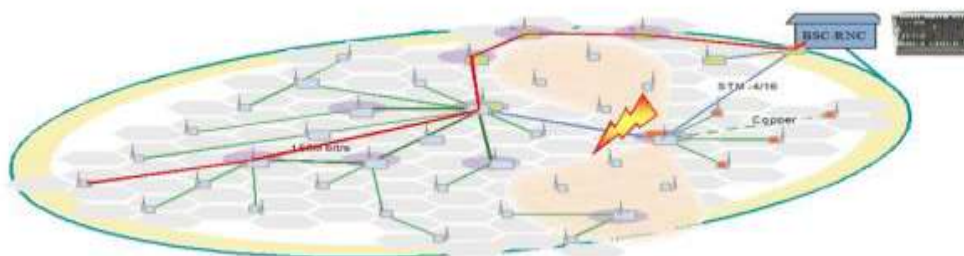
Figura 3.7: Power Filter Unit 2 (PFU2).



Figura 3.8: Fan Unit (FAU2).

### 3.2.3.- AMM 20P

El AMM 20P es el TN de mayor capacidad de la familia. Este modelo se utiliza en nodos de alta capacidad (BSC/RNC), en los cuales confluyen multitud de nodos, como ilustra la siguiente imagen:



El AMM 20P está compuesto por las siguientes tarjetas:

- 2 posiciones de media altura para las fuentes de alimentación, principal y de protección.
- 1 posición para la unidad procesadora del nodo.

- 19 posiciones para cualquier tarjeta: MMU2, SMU2, NPU2, etc.

En este caso la unidad de refrigeración se monta por separado en la parte superior del magazine, la FAU lleva alimentación independiente. Aunque sí que es controlada por la misma unidad procesadora que el resto del magazine.



Figura 3.9: AMM 20P.



Figura 3.10: Fan Unit 1 (FAU).

### 3.2.4.- COMPONENTES COMUNES DE LOS TN

Dentro de la familia de los TN, de los 3 modelos que existen en la actualidad hay tarjetas específicas de cada uno de los modelos y tarjetas comunes. En este apartado vamos a describir las tarjetas comunes en los tres magazines:

#### **NPU (Node Processor Unit)**

La NPU es la tarjeta procesadora de los equipos, es la controladora del TN. Esta tarjeta es imprescindible para todos los magazines. Existen varias versiones distintas de NPU:

- NPU 8x2, 1C: unidad de posición completa.
- NPU3 B: unidad de media posición.

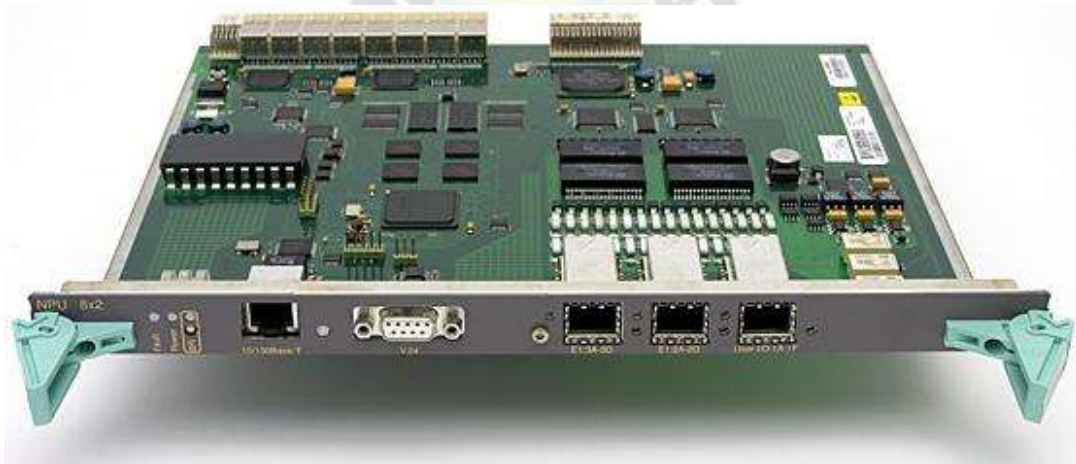


Figura 3.11.: Node Processor Unit for AMM 6P/AMM 20P (NPU 8x2).

#### **PFU (Power Filter Unit)**

Las PFU son las tarjetas encargadas de alimentar todo el equipo, las fuentes de alimentación de los TNs. Existen dos modelos diferentes, uno para el 2P y otra para el resto de TN. Pero su función es la misma en todos los equipos de la familia Mini Link TN.



*Figura 3.12: Power Filter Unit (PFU).*

### **MMU (Modem Unit)**

La MMU es una tarjeta compatible en todos los TN, es la encargada de transformar la señal que es captada por la parábola y enviada por la radio, en paquetes IP. A continuación estos paquetes son procesados por la NPU.



*Figura 3.13: Modem Unit (MMU2 C).*

### **SMU (Switch Multiplexer)**

La función de la SMU es multiplexar todos los canales de entrada que tiene el TN, o lo que es lo mismo, todas las señales de transmisión que se quieren transmitir a través del radioenlace.

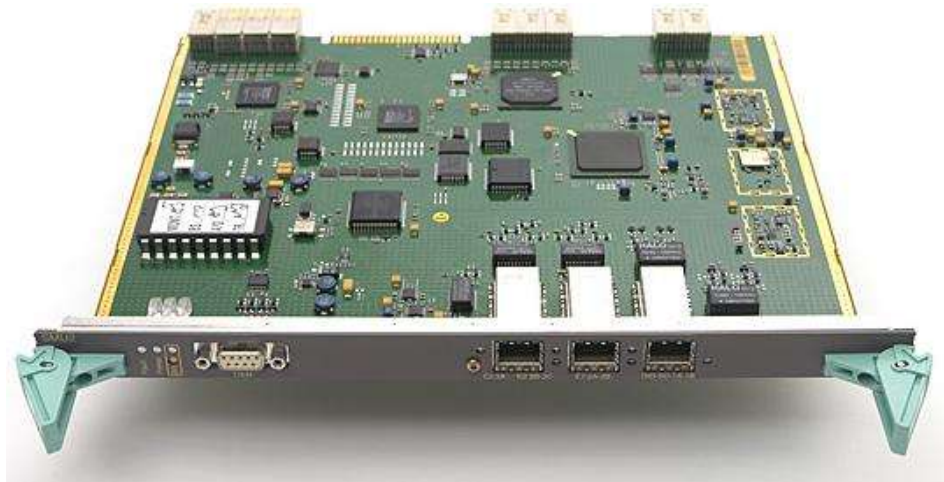


Figura 3.14: Switch Multiplexer Unit (SMU2).

### 3.3.- RAU y ANTENAS

Las RAU (Radio Aoutdoor Unit) y las parábolas, son dos elementos que obligatoriamente tienen que estar unidos. La parábola es un elemento pasivo que se encarga de transmitir y recibir la señal vía radio. La RAU es la encargada de procesar la señal procedente de la parábola y retransmitirla por el cable de FI, hasta le tarjeta MMU del TN.

Estos dos quipos tienen que ser compatibles para la frecuencia de trabajo que necesitamos. Cada radio únicamente es válida para un rango de frecuencias.



Figura 3.15: bandas de trabajo de las RAU.

En cambio, las parábolas tienen dos parámetros que influyen a la hora de su elección, por un lado está la frecuencia de trabajo y por otro el diámetro de la radio.

A la hora del diseño de un radioenlace se deben tener en cuenta estos parámetros:

- Frecuencia: cuanto más alta es la frecuencia, menor tiene que ser la distancia del radioenlace.
- Diámetro: cuanto mayor sea el diámetro de la parábola mayor alcance tendrá la transmisión y la recepción de la parábola.

A la hora de realizar la instalación de las antenas y los radios, existen dos posibilidades de instalación: integrada o separada.



**Figura 3.16: parábola y radio integrada.      Figura 3.17: parábola y radio separadas.**

Hay dos factores que influyen a la hora de elegir una de estas dos configuraciones. El primero es la configuración del enlace, que se ha diseñado. Y segundo la ubicación en la torre o mástil y el espacio que tengamos para su instalación.

### **3.4.- CONFIGURACIONES MÁS COMUNES DE LOS MINI LINK TN**

Aunque existen diversas configuraciones de radioenlaces, las más comunes son 1+0 y 1+1.

## CONFIGURACIÓN 1+0

Esta configuración es la más utilizada actualmente, además de ser la más simple. Consiste en la instalación de una radio y una antena en cada uno de los emplazamientos. Esta tipología se suele utilizar en los nodos finales. Ya que no tiene ningún tipo de protección, si fallase algún elemento del radioenlace se perdería la comunicación.

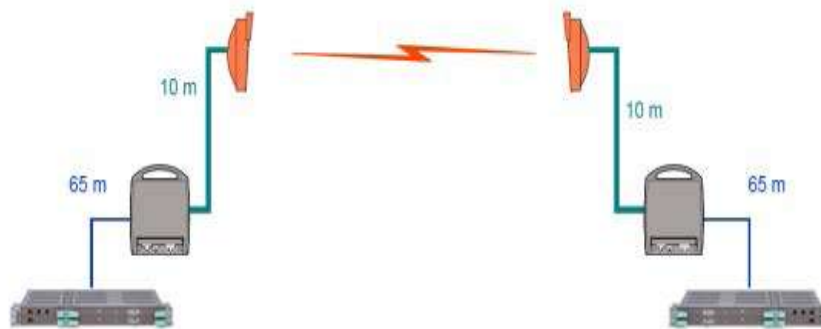


Figura 3.18: radioenlace 1+0.

## CONFIGURACIÓN 1+1

Esta configuración tiene la misma capacidad que la anterior, pero la diferencia es que tiene una radio de reserva. El modo de funcionamiento es el siguiente: la radio principal es la que siempre está radiando y la secundaria esta inactiva, si por algún motivo la radio principal fallese automáticamente se pondría en funcionamiento la secundaria. De este modo no se perdería la comunicación en el radioenlace.

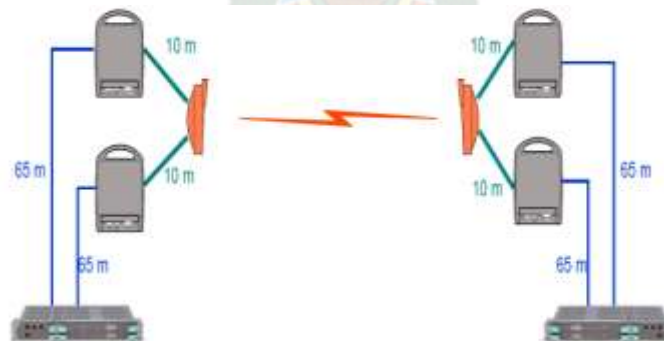


Figura 3.19: radioenlace 1+1.

### CASO DE ESTUDIO Y ANALISIS

---

#### 4.1.- ANALISIS NUEVO SITIO

Consistentemente, en este trabajo de graduación se trata de enfatizar de manera sencilla y práctica los criterios básicos a tomar en cuenta antes, durante y después de la puesta en servicio de los enlaces de microonda Ericsson Mini- Link TN operados en la banda de 7-38 GHz para garantizar el óptimo desempeño del radioenlace.

Para la implementación de un nuevo enlace de microondas se debe considerar los siguientes aspectos:

- Elección del sitio nuevo de instalación.
- El relieve del perfil del terreno y cálculo de la altura del mástil para la antena.
- Calculo completo de radio enlace, estudio de la trayectoria del mismo y los efectos a los que se encuentra expuesto.
- Prueba posterior a la instalación y su posterior puesta en servicio con trafico real

En la siguiente figura podemos observar el área donde se realizaran el enlace de microondas, el punto rojo representa la ubicación del sitio A y el punto amarillo el sitio B.



Figura 4.1: Imagen de la Zonas donde se realizara el enlace de microondas.



## 4.2.- INSTALACION NUEVO SITIO

A continuación se describirá más detalladamente los trabajos a realizar en los puntos o estaciones donde se van a realizar los trabajos de instalación del nuevo enlace de microondas de acuerdo a los documentos de ingeniería y cumpliendo las normas estándares específicos.

Se trata de crear una red de radioenlaces compuesto por cinco estaciones unidas por cinco radioenlaces y proporcionar una red fiable en la transmisión de datos enviados de cada una de las estaciones.

## 4.3.- CALCULOS DE LOS ENLACES

Para el cálculo se realiza a continuación de forma teórica entre las estaciones de Alpacoma – Aranjuez – Sopocachi – Alto Obrajes y Aranjuez – Achocalla.

Para fines demostrativos solo se realizara el cálculo para un enlace.

**Estación Alpacoma:** Latitud =  $16^{\circ}31'36.27''S$   
Longitud =  $68^{\circ}8'45.06''O$

**Estación Aranjuez:** Latitud =  $16^{\circ}31'36.27''S$   
Longitud =  $68^{\circ}8'45.06''O$

**Frecuencia de trabajo:**  $f_{low} = 18505 \text{ MHz}$   $f_{high} = 19515 \text{ MHz}$

**Luego se tiene la frecuencia media:**  $f = 19010 \text{ MHz}$

**Ganancia de las antenas:**  $G_{TX} = 36 \text{ dBi}$

**Atenuación de las líneas de transmisión:**  $A_f = 0.5 + 0.5 = 1 \text{ dB}$

**Atenuación varios**  $A_v = 7.65 \text{ dB}$

### a) CÁLCULO DE LA DISTANCIA DEL ENLACE.

La relación que permite calcular la distancia de enlace es:

$$d = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_T}{360^\circ} \cdot \text{Cos}^{-1} \{ \text{Sen} \phi_1 \cdot \text{Sen} \phi_2 + \text{Cos} \phi_1 \cdot \text{Cos} \phi_2 \cdot \text{Cos} (|\theta_1 - \theta_2|) \}$$

**En donde:**  $d$  = Distancia entre el sitio 1 y sitio 2

$R_T$  = 6378.16 Km. (Radio de la tierra)

$\phi_1$  y  $\phi_2$  = Latitudes de cada estación

$\theta_1$  y  $\theta_2$  = Longitudes de cada estación

Resolviendo la anterior relación se tiene:

$$d = 7.42 \text{ km}$$

### b) ATENUACIÓN DE TRAYECTORIA

$$A_p = 92,44 + 20 \log_{10} d + 20 \log_{10} f$$

Donde:

$A_p$  = Pérdida de trayectoria de espacio libre (dB)

$d$  = Distancia en kilómetros

$f$  = Frecuencia en GHz

Luego:

$$A_p = 92,44 + 20 \log_{10} 7.42 + 20 \log_{10} 19010$$

$$A_p = 135 \text{ dB}$$

### c) ATENUACIÓN EN LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

$A_f$  = Estación central  $L_{tx}$  + estación periférica  $L_{rx}$

$A_f$  = Pérdida total en las líneas de transmisión (dB)

$$A_f = 0.5 \text{ dB} + 0.5 \text{ dB}$$

$$A_f = 1 \text{ dB}$$

#### d) PÉRDIDA NETA DEL TRAYECTO

$$P_n = P_{tx} - P_{rx}$$

$P_n$  = Pérdida neta del trayecto (dB)

$P_{rx}$  = Intensidad de señal en el receptor (dBm)

$P_{tx}$  = Intensidad de señal del transmisor (dBm)

$$P_n = 98.7 \text{ dB}$$

#### e) GANANCIA DEL SISTEMA

En forma más sencilla, la ganancia del sistema es la diferencia entre la potencia nominal de salida de un transmisor y la potencia mínima de recepción.

$$G_s = P_{tx} - C_{min}$$

$G_s$  = Ganancia del sistema (dB)

$P_{tx}$  = Intensidad de señal en el transmisor (dBm)

$C_{min}$  = Potencia mínima de recepción para un objetivo de calidad determinado (dBm)

$$G_s = 145 \text{ dB}$$

#### f) POTENCIA DE RECEPCIÓN

$$P_{rx} = P_{tx} - P_n$$

$P_{rx}$  = Intensidad de señal en el receptor (dBm)

$P_{tx}$  = Intensidad de señal del transmisor (dBm)

$P_n$  = Pérdida neta del trayecto (dB)

$$P_{rx} = -72,1 \text{ dBm}$$

#### g) CALCULO DE LAS ZONAS DE FRESNEL

La primera zona de fresnel es un elipsoide de revolución entre el Tx y Rx, en la cual una reflexión puede producir una señal de adición (Figura 4.3.1).

$N^{\text{ésimo}}$  radio de la zona de fresnel

$$F_1(m) = 17,35 \sqrt{\frac{d_1(km) \cdot d_2(km)}{f(GHz) \cdot D(km)}}$$

Dónde:

$F_1$  = radio de la primera zona de Fresnel (en metros)

$d_1$  = distancia desde la antena al punto de reflexión (en Km.)

$D$  = distancia desde la antena 1 a la antena 2 (en Km.)

$d_2 = D - d_1$

$f$  = frecuencia en GHz

$F_n = n^{\text{ésimo}}$  radio de la zona de Fresnel

$F_1 = 1^{\text{er}}$  radio de la zona de Fresnel

$n$  = número de zona de Fresnel

Nota:  $n$  impar => adición

$n$  par => cancelación

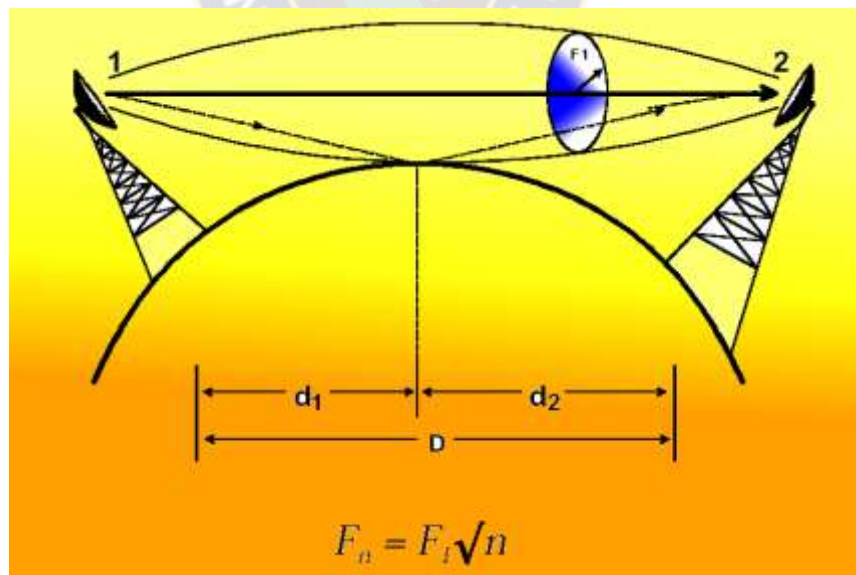


Figura 4.g. Grafica de la zona de fresnel (Fuente: Javier Yujra)

Entonces:

$$F_1(m) = 17,35 \sqrt{\frac{d_1(km) \cdot d_2(km)}{f(GHz) \cdot D(km)}} \quad F_1(m) = 17,35 \sqrt{\frac{d_1(km) \cdot d_2(km)}{f(GHz) \cdot D(km)}}$$

**1 PUNTO** :  $d_1 = 5 \text{ km}$  ,  $d_2 = 2.42 \text{ km}$

$$F_1(m) = 5.08 \text{ metros}$$

En ambos casos no existe obstrucción en el radio enlace.

### h) CÁLCULO DEL ÁNGULO AZIMUTAL

Se refiere al ángulo de la dirección horizontal, con el cual deben ser orientadas las antenas respecto al norte en el horizonte (Figura 4.h).

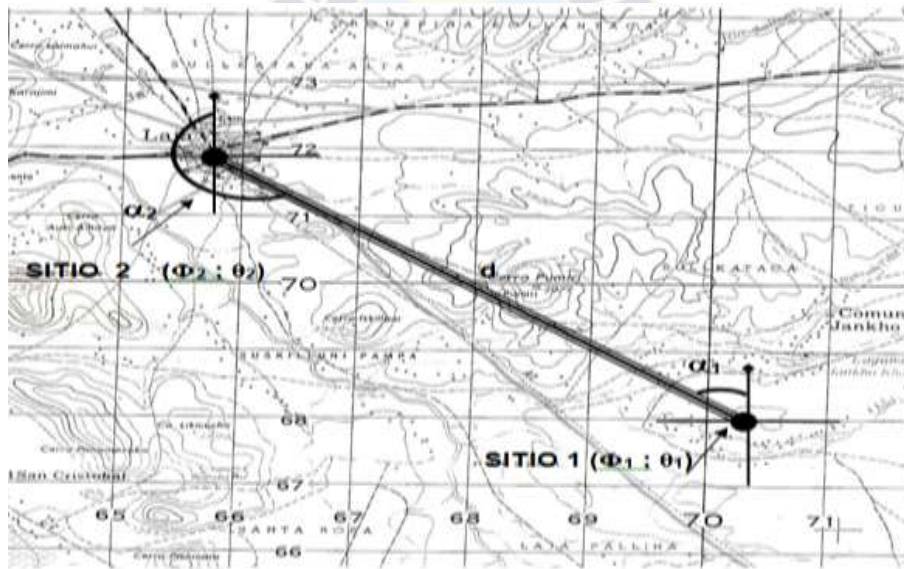


Figura 4.h. Mapa con coordenadas de azimut (Fuente: Javier Yujra).

$$\alpha_1 = \alpha_o - \alpha_s \quad \alpha_2 = \alpha_o + \alpha_s + 180$$

$$\alpha_o = \text{tg}^{-1} \left[ \cos\left(\frac{\phi_2 + \phi_1}{2}\right) \cdot \frac{\text{tg}\left(\frac{\theta_2 - \theta_1}{2}\right)}{\text{sen}\left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right)} \right] \quad ; \quad \alpha_s = \text{tg}^{-1} \left[ \text{sen}\left(\frac{\phi_2 + \phi_1}{2}\right) \cdot \frac{\text{tg}\left(\frac{\theta_2 - \theta_1}{2}\right)}{\cos\left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2}\right)} \right]$$

$$\alpha_1 = 119^\circ$$

$$\alpha_2 = 299^\circ$$

## i) CÁLCULO DEL ÁNGULO DE ELEVACIÓN

Se refiere al ángulo de la dirección en la vertical, con el cual deben ser orientadas las antenas (Figura 4.i).

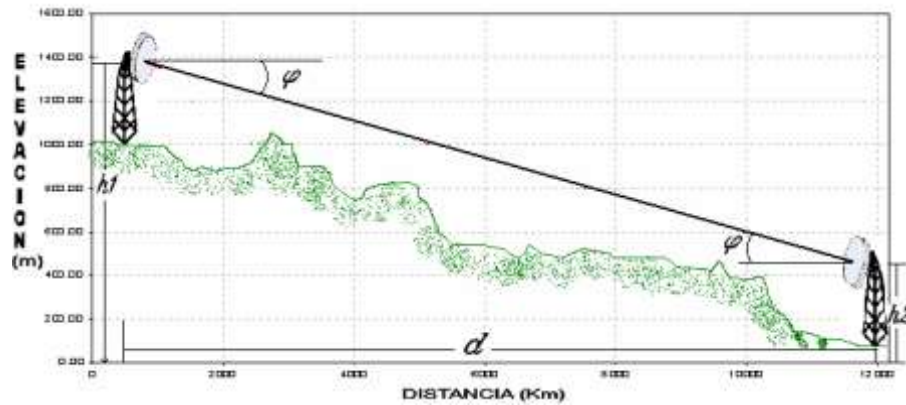


Figura 4.i. Gráfica de ángulos de elevación (Fuente: Javier Yujra)

$$\phi = \text{tg}^{-1} \frac{H}{d} \quad \text{donde} \quad H = h_1 - h_2$$

Entonces:  $\phi = \text{tg}^{-1} \frac{h_1 - h_2}{d} = \text{tg}^{-1} \frac{4073\text{m} - 3400\text{m}}{7.45\text{km}} \quad \phi = 5.16^\circ$

A continuación se muestran los LIR (Link Information Report) de los enlaces diseñados.

LINK INFORMATION REPORT						
PROYECTO		MIGRACION FULL IP			Site Code	ALAR
DEPTO	LA PAZ	Site Name			ALPACOMA	
Latitud	16°31'36.27"S	Height above sea level			4073	
Longitud	68° 8'45.06"O	Tower_Type_height_(m)			Autosoportada_90m	
	LINK_1	LINK_2	LINK_3	LINK_4	LINK_5	LINK_6
Objective Name	Aranjuez	Sopocachi	Alto_obrajes			
Objective Code	ARAL	SO01	AOB1			
Antenna azimuth (deg.)	119,20	50,57	79,40			
Antenna diameter (m)	0,6	0,6	0,6			
Ant. h from tower base	35	43	44			
Tx Frequency (MHz)	19515.00	15019.00	18607.50			
Rx Frequency (MHz)	18505.00	14529.00	19617.50			
Tx Output Level (dBm)	19	25	25			
Rx Input Level (dBm)	-48	-29	-30			
Equipment Type	NINILINK_TN/18	NINILINK_TN/15	NINILINK_TN/18			
Banda frecuencia (GHz)	18	15	18			
Link Distance (Kmts)	7.45	2.79	4.75			
Polarization	H	V	V			
Traffic Capacity	34+2	34+2	34+2			
Configuration	1+1	1+1	1+1			
OBSERVACIONES						
NOTA. Ubicado en Ciudad Satellite.						

Tabla 4.2: LIR Estación Alpacoma.

LINK INFORMATION REPORT							
		PROYECTO	MIGRACION FULL IP		Site Code	ARAC	
DEPTO	LA PAZ			Site Name	ARANJUEZ		
Latitud	16°33'33.46"S			Height above sea level	3,400		
Longitud	68° 5'6.08"O			Tower_Type_height_(m)	Autosoportada_20m		
		LINK_1	LINK_2	LINK_3	LINK_4	LINK_5	LINK_6
Objetive Name	Alpacoma	Achocalla					
Objetive Code	ALAR	ACAR					
Antenna azimuth (deg.)	299,22	252,4					
Antenna diameter (m)	0.6	1.2					
Ant. h from tower base	10	12					
Tx Frequency (MHz)	18505.00	18580.00					
Rx Frequency (MHz)	19515.00	19590.00					
Tx Output Level (dBm)	19	22					
Rx Input Level (dBm)	-48	-38					
Equipment Type	NINILINK_TN/18	NINILINK_TN/18					
Banda frecuencia (GHz)	18	18					
Link Distance (Kmts)	7.45	8.94					
Polarization	H	V					
Traffic Capacity	34+2	34+2					
Configuration	1+1	1+1					
<b>OBSERVACIONES</b>							
NOTA. El camino para movilidad solo llega hasta la cancha de Aranjuez, de ahí hasta la estación es unos 800 m por un sendero hasta la estación.							

Tabla 4.3: LIR Estación Aranjuez.

LINK INFORMATION REPORT							
		PROYECTO	MIGRACION FULL IP		Site Code	ACAR	
DEPTO	LA PAZ			Site Name	ACHOCALLA		
Latitud	16°35'0.77"S			Height above sea level	3,781		
Longitud	68° 9'53.36"O			Tower_Type_height_(m)	Autosoportada_60m		
		LINK_1	LINK_2	LINK_3	LINK_4	LINK_5	LINK_6
Objetive Name	ARANJUEZ						
Objetive Code	ARAC						
Antenna azimuth (deg.)	72,4						
Antenna diameter (m)	1.2						
Ant. h from tower base	50						
Tx Frequency (MHz)	19590.00						
Rx Frequency (MHz)	18580.00						
Tx Output Level (dBm)	22						
Rx Input Level (dBm)	-38						
Equipment Type	MINILINK_TN/18						
Banda frecuencia (GHz)	18						
Link Distance (Kmts)	8.94						
Polarization	V						
Traffic Capacity	34+2						
Configuration	1+1						
<b>OBSERVACIONES</b>							
NOTA. La estación esta ubicada a unos 450 m de la laguna de Achocalla.							

Tabla 4.4: LIR Estación Achocalla.

LINK INFORMATION REPORT							
		PROYECTO	MIGRACION FULL IP		Site Code	ABAL	
DEPTO	LA PAZ			Site Name	ALTO OBRAJES		
Latitud	16°31'8.29"S			Height above sea level	3,469		
Longitud	68° 6'8.89"O			Tower_Type_height_(m)	Edif_8m+Monoposte_8m		
		LINK_1	LINK_2	LINK_3	LINK_4	LINK_5	LINK_6
Objetive Name	Alpacoma						
Objetive Code	ALAB						
Antenna azimuth (deg.)	259.40						
Antenna diameter (m)	0.6						
Ant. h from tower base	5						
Tx Frequency (MHz)	19617.50						
Rx Frequency (MHz)	18607.50						
Tx Output Level (dBm)	25						
Rx Input Level (dBm)	-30						
Equipment Type	MINILINK_TN/18						
Banda frecuencia (GHz)	18						
Link Distance (Kmts)	4.75						
Polarization	V						
Traffic Capacity	34+2						
Configuration	1+1						
<b>OBSERVACIONES</b>							
NOTA. La estacion queda a unos 300m del parque recreacional El Ingeniero parada minibus 209.							

Tabla 4.5: LIR Estación Alto Obrajes.

LINK INFORMATION REPORT							
		PROYECTO	MIGRACION FULL IP		Site Code	SO01	
DEPTO	LA PAZ			Site Name	SOPOCACHI		
Latitud	16°30'39.85"S			Height above sea level	3,563		
Longitud	68° 7'33.49"O			Tower_Type_height_(m)	Edif_42m+Monoposte_8m		
		LINK_1	LINK_2	LINK_3	LINK_4	LINK_5	LINK_6
Objetive Name	Alpacoma						
Objetive Code	AL01						
Antenna azimuth (deg.)	230.57						
Antenna diameter (m)	0.6						
Ant. h from tower base	6						
Tx Frequency (MHz)	14529.00						
Rx Frequency (MHz)	15019.00						
Tx Output Level (dBm)	25						
Rx Input Level (dBm)	-29						
Equipment Type	MINILINK_TN/15						
Banda frecuencia (GHz)	15						
Link Distance (Kmts)	2.79						
Polarization	V						
Traffic Capacity	34+1						
Configuration	1+1						
<b>OBSERVACIONES</b>							
NOTA. El sitio se encuentra en la Av. 20 de Octubre Edif. San jose # 2524							

Tabla 4.6: LIR Estación Sopocachi.



### 4.3.1 SIMULACION DEL ENLACE

Para la simulación del enlace utilizaremos el programa RADIO MOBILE que permite la planificación integral de una red, línea de vista y cálculos de enlace basados en datos del terreno además los ángulos de alineación de antena tanto en vertical como horizontal, usa datos de elevación provenientes de diversas fuentes en formato HGT, DTED, GLOBE, SRTM30, GTOPO y los obtiene directamente, también los combina con otros mapas provenientes de la red.

Los datos técnicos para el enlace son:

Frecuencia mínima: 18505 MHz

Frecuencia máxima: 19515 MHz

Polarización: Horizontal

Potencia del transmisor: 19dBm

Sensibilidad de recepción: -98 dBm

Ganancia de las antenas: 30dBi

Para comenzar el cálculo se debe obtener la ubicación exacta de las estaciones Alpacoma y Aranjuez, esto podemos hacerlo con la ayuda del programa Google Earth.

PASO 1.- Creamos las ubicaciones con sus coordenadas de cada estación (Figura 4.3.1).

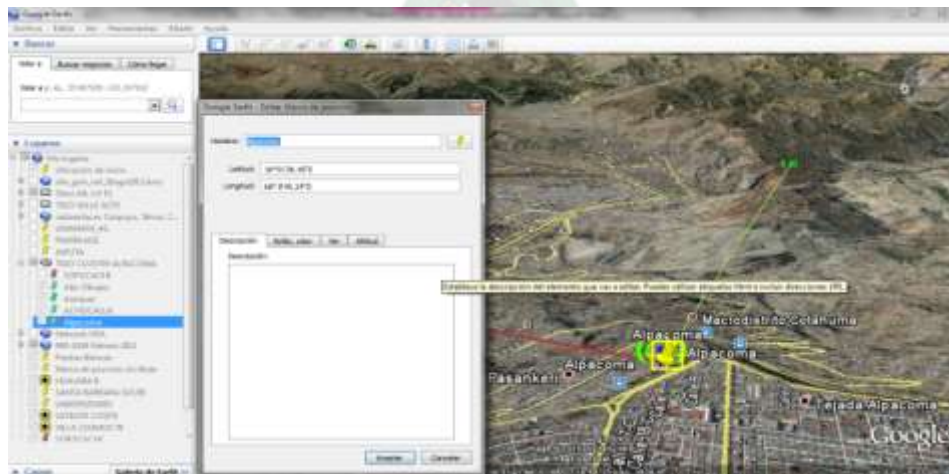



Figura 4.3.1 Imagen de la ubicación de estaciones en Google Earth.

PASO 2.- En el programa Radio Mobile hacemos clic sobre el icono unidades . Una vez abierta la ventana, elegimos la *unidad 1* y luego hacemos clic en pegar (Figura 4.3.2).

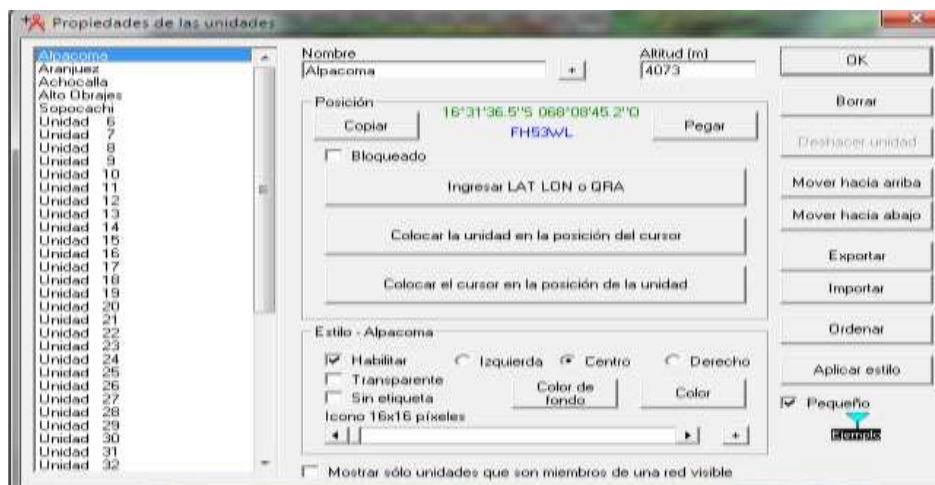


Figura 4.3.2 Introducción de coordenadas en Radio Mobile.

PASO 3.- Repetimos los pasos 1 y 2 para la estación de Aranjuez, para terminar hacemos clic en el botón OK.

PASO 4.- Si todo salió bien, en nuestro mapa del Radio Mobil debe aparecer ambas unidades, con las coordenadas reales (Figura 4.3.3).

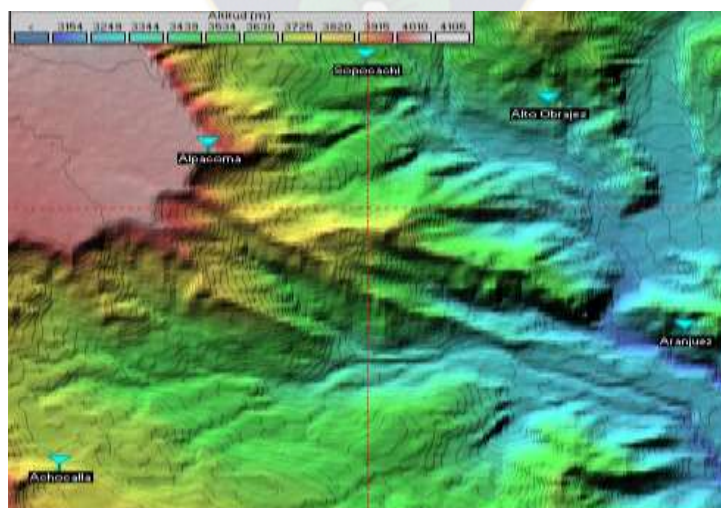



Figura 4.3.2 Ubicación de las estaciones en Radio Mobile.

PASO 5.- Una vez que se tiene las unidades, debemos decidir el tipo de red para el cual vamos a realizar el cálculo, así como la frecuencia y demás valores necesarios para un cálculo real y aproximado.

PASO 6.- Para ello hacemos clic en el botón para las propiedades de las redes . Nos aparecerá la primera ventana donde vamos a asignar los siguientes datos (Figura 4.3.3):

Nombre de la red --> Enlace ALPACOMA – ARANJUEZ.

Frecuencia mínima --> 18505 MHz

Frecuencia máxima --> 19515 MHz

Polarización --> Horizontal.

Modo estadístico --> Accidental.

a. % de tiempo --> 99.

b. % de situaciones --> 99

c. % --> 15.

Clima --> Continental templado.

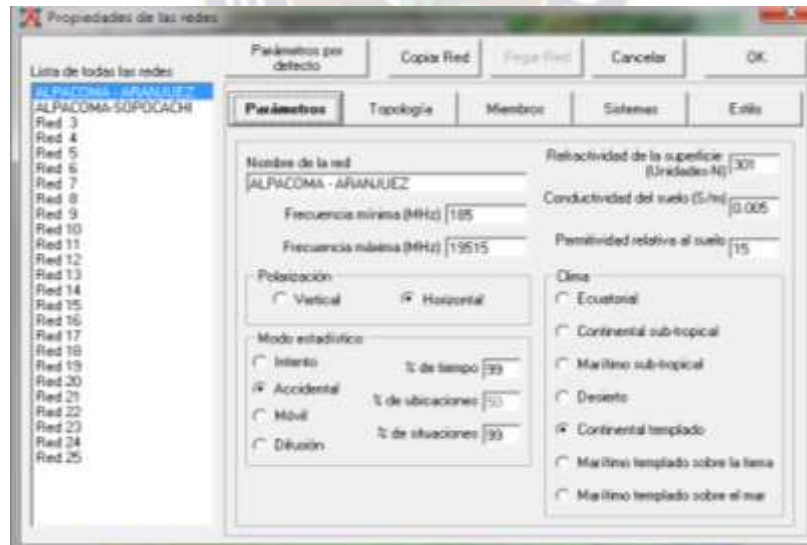


Figura 4.3.3 Configuración de Parámetros.

PASO 7.- Una vez tenemos configurados los parámetros de nuestra red, pasamos al apartado *Topología*, donde vamos a elegir el tipo *Red de datos, cluster (Nodo/Terminal)* (Figura 4.3.4)

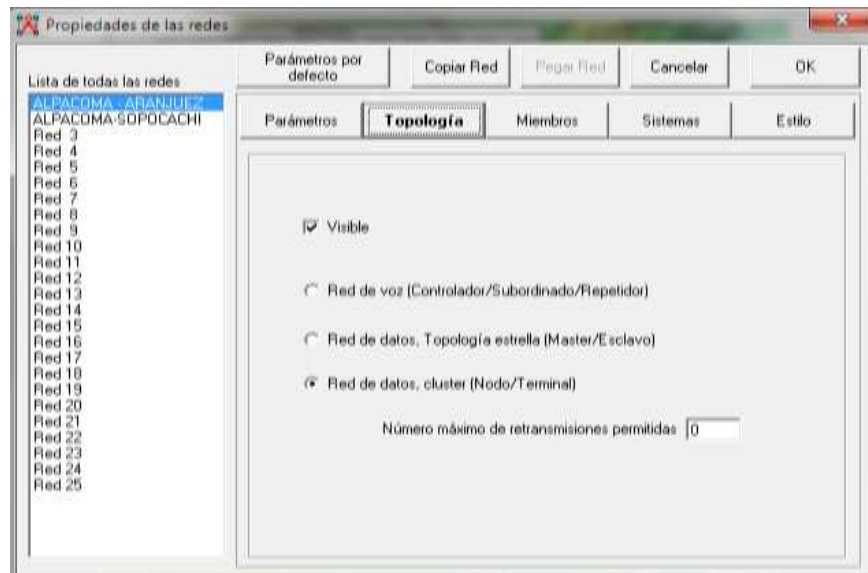


Figura 4.3.4 Configuración de la Topología de la Red.

PASO 8.- Ahora pasamos al apartado Sistemas (Figura 4.3.5), donde vamos a indicar las potencias de nuestros dispositivos así como las ganancias de las antenas, Elegimos el Sistema 1, a continuación en el desplegable de la derecha referente al Radiosys elegimos cualquiera menos el 00 (VHF-UHF), nosotros elegimos el 02. A continuación introducimos los siguientes datos de configuración:

- Nombre del sistema → ALPACOMA - ARANJUEZ
- Potencia del Transmisor → 19 dBm.
- Umbral del Receptor → -98 dBm.
- Tipo de antena → corner.ant
- Altura de Antena → 35 m.
- Ganancia de antena → 30 dBi.

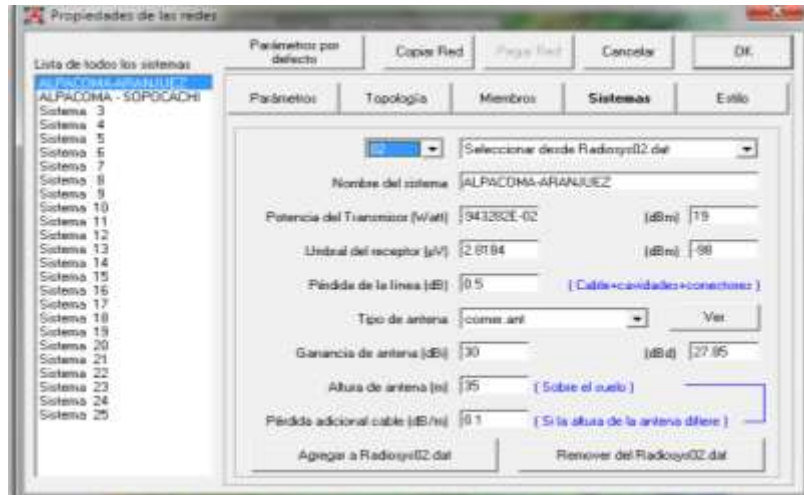


Figura 4.3.5 Introduciendo datos al sistema.

PASO 9.- Por último, vamos al apartado Miembros donde vamos a elegir las unidades y asociarlas al sistema, así como hacia donde se orienta la antena.

PASO 10.- En nuestro caso Alpacoma será el nodo y Aranjuez la terminal, seleccionamos ambas unidades y elegimos su Rol así como al sistema perteneciente. En la dirección de la antena indicaremos que Alpacoma apunta hacia Aranjuez y viceversa. Una vez terminado hacemos clic en el botón OK (Figura 4.3.6).

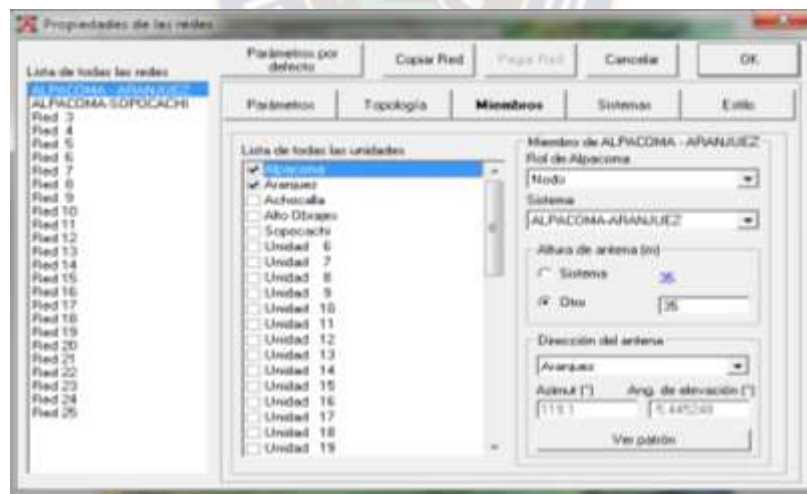



Figura 4.3.6 Designación de Nodo y Terminal.

PASO 11.- Una vez configurado todos los parámetros, vamos a realizar el cálculo e interpretación para ello vamos clic en el icono enlace de radio 

PASO 12.- Esto nos mostrará una pantalla donde aparece la elevación del terreno así como nuestros dos dispositivos, la primera interpretación que podemos hacer es que es viable el enlace.

PASO 13.- Uno de los valores más importantes es el Nivel Rx en dBm, cuanto menor sea mejor calidad tendrá el enlace, lo ideal es que se encuentre entre -40 y -80 dBm. En nuestro caso tenemos -79.6 dBm por lo que el enlace se efectuaría (Figura 4.3.7).

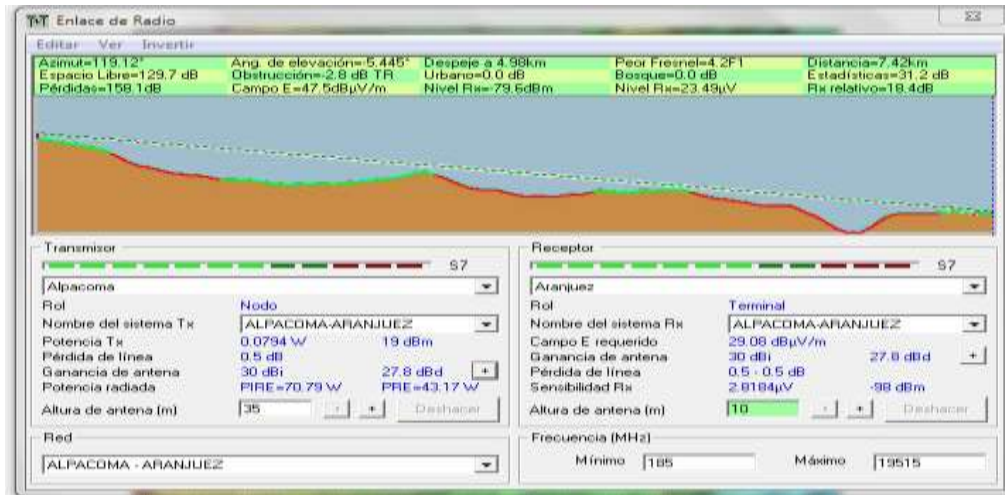


Figura 4.3.7 Enlace finalizado entre las estaciones de Alpacoma y Aranjuez.

PASO 14.- Para comprender el perfil del enlace podemos exportar lo resultados a Google Earth (Figura 4.3.8).

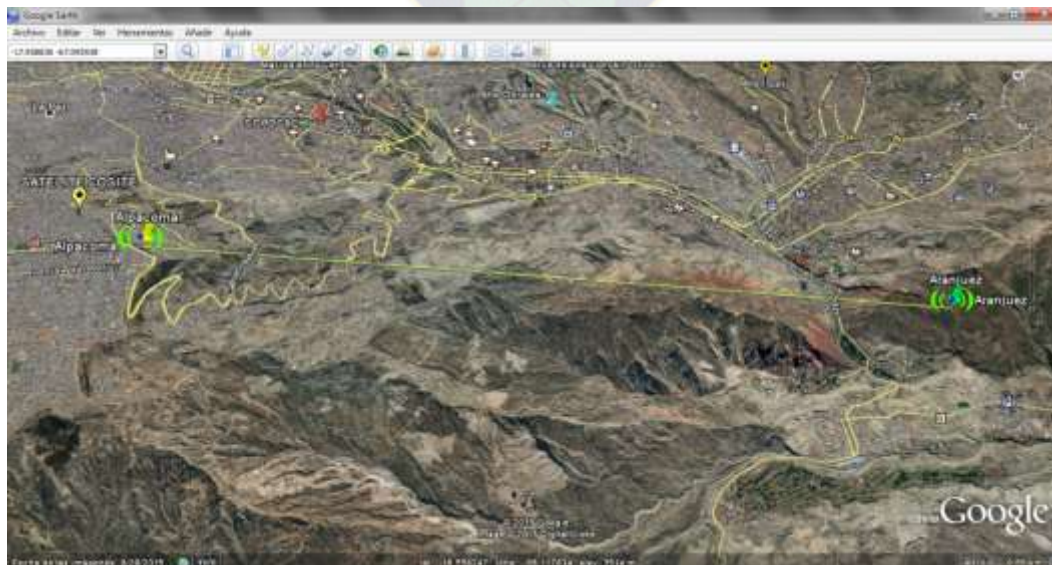


Figura 4.3.8 Imagen entre Alpacoma y Aranjuez.

#### 4.4.- NUEVOS EQUIPOS A INSTALARSE EN LOS SITIOS

Los nuevos Equipos a instalarse en cada sitio del enlace de microondas son los siguientes:

- **ALPACOMA** Se instalara un nuevo TN AMM 20P en el cual se instalaran las tarjetas MMUs de los sitios **Aranjuez y Alto Obrajes.**
- **ARANJUEZ** Se instalaran un nuevo TN AMM 6P en el cual se instalaran las tarjetas MMUs de los sitios **de Alpacoma y Achocalla.**
- **ACHOCALLA** Se instalaran un nuevo TN AMM 6P en el cual se instalaran las tarjetas MMUs de los sitios **de Aranjuez.**
- **ALTO OBRAJES** Se instalaran un nuevo TN AMM 2P en el cual se instalaran las tarjetas MMUs de los sitios **de Alpacoma.**
- **SOPOCACHI** Se instalaran un nuevo TN AMM 2P en el cual se instalaran las tarjetas MMUs de los sitios **de Alpacoma.**

Se lista el procedimiento recomendado para el montaje e instalación de un sistema mini link TN Ericsson.

- Paso 1. Leer las instrucciones de seguridad;
- Paso 2. Instalación de las unidades para interiores;
- Paso 3. Instalación del cable para interiores;
- Paso 4. Instalación de las unidades para exteriores;
- Paso 5. Instalación del cable de radio para exteriores;
- Paso 6. Instalación del cable de radio para interiores;
- Paso 7. Configuraciones iniciales;
- Paso 8. Alineación de la antena;
- Paso 9. Configuración del radioenlace;
- Paso 10. Pruebas funcionales;
- Paso 11. Puesta en servicio del sistema.

#### **4.4.1. HERRAMIENTAS MÍNIMAS PARA LA INSTALACIÓN**

Las herramientas que se utilizarán durante la instalación de las unidades para interiores son:

- Llaves de tuercas 13mm, 18mm y 19mm
- Destornillador plano y cruz
- Destornillador Torx TX10, TX20, TX25 y TX30
- Ponchadora para conectores IDC D-sub
- Crimper para cable Micro coaxial y conector DC
- Alicates de corte

Herramienta que se utilizarán durante la instalación de las unidades para exteriores.

- Llaves de tuercas 10mm, 16mm, 19mm y 24mm
- Llaves de Carraca 10mm, 16mm, 19mm y 24mm
- Destornillador plano y cruz
- Destornillador Torx TX20
- Llave hexagonal con manecilla tipo T
- Multímetro Digital
- Brújula

#### **4.5. INSTALACIÓN DE UNIDADES PARA INTERIORES (SALA DE EQUIPOS O SHELTER)**

- Paso 1. Asegurarse que todas las herramientas, unidades y accesorios se encuentran disponibles;
- Paso 2. Instalar el panel para el cable de radio;
- Paso 3. Instalar la unidad DDU;
- Paso 4. Instalar la unidad FAN;
- Paso 5. Instalar el AMM;
- Paso 6. Instalar la tapadera frontal;



Paso 7. Insertar las unidades *plug-in*.

#### 4.5.1. INSTALACIÓN DEL PANEL PARA EL CABLE DE RADIO

Paso 1. Encajar las tuercas del panel en el rack;

Paso 2. Encajar el panel para el cable de radio de interiores y el cable de tierra en el rack, luego, apretar los tornillos;

Paso 3. Conectar el otro extremo del cable de tierra al punto de tierra más cercano.

#### 4.5.2. INSTALACIÓN DE LA UNIDAD FAN

Si en el lugar donde se instalará el equipo para interiores se cuenta con ventilación forzada a través del magazine, generada por un sistema de aire acondicionado con un volumen de salida de, por lo menos, 350 m<sup>3</sup>/h o 45 Gal/min, ningún otro sistema de enfriamiento será necesario.

La unidad FAN siempre debe ser instalada sobre el AMM 20P, según se muestra en la Figura 4.7.

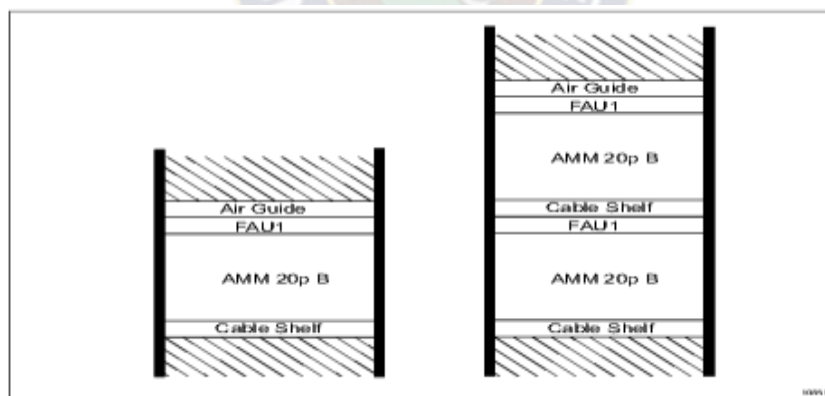


Figura 4.7: Sistema de enfriamiento para el AMM 20P FAU1

Fuente: Ericsson AB. ML TN ETSI *Indoor Installation Manual*.p.30

Paso 1. Encajar las tuercas en el rack;

Paso 2. Encajar la unidad FAN en el rack y apretar los cuatro tornillos.

#### **4.5.2.1. ATERRIZAR LA UNIDAD FAN**

- Paso 1. Insertar el cable de tierra dentro de la unidad FAN;
- Paso 2. Conectar y apretar el cable de tierra a la unidad FAN;
- Paso 3. Conectar el otro extremo del cable de tierra en el punto de tierra más cercano.

#### **4.5.3. INSTALACIÓN DEL AMM**

Esta sección aplica para los AMM 6P y AMM 20P. En general, el procedimiento de instalación para el AMM 20P B es similar al descrito a continuación:

##### **4.5.3.1. ATERRIZAR EL AMM**

El cable de tierra puede ser conectado en el lado opuesto de la parte de atrás del AMM.

##### **4.5.3.2. ENCAJAR EL AMM**

- Paso 1. Encajar las cuatro tuercas en el rack;
- Paso 2. Encajar en el rack el AMM vacío debajo de la unidad FAN (cuando aplica), luego, apretar los cuatro tornillos. Asegurarse que el AMM se ha colocado en la posición correcta. Las flechas del AMM deben apuntar hacia arriba;
- Paso 3. Conectar el cable de tierra del AMM al punto de tierra más cercano.

#### **4.5.4. INSTALAR LA TAPADERA DE GUÍA DE AIRE**

- Paso 1. Encajar las cuatro tuercas en el rack.
- Paso 2. Encajar la tapadera en el rack y apretar los cuatro tornillos.

#### **4.5.5. INSERTAR Y REMOVER UNIDADES *PLUG-IN***

Las posiciones para las unidades *plug-in* en el AMM 2P, AMM 6P y AMM 20P. La MMU siempre debe ser insertada en los diferentes posiciones anteriormente ya indicadas.

#### 4.5.5.1. INSERTAR LAS UNIDADES *PLUG-IN*

- Paso 1. Conectar la manilla antiestática en el punto de tierra en el panel frontal del AMM.
- Paso 2. Remover las tapaderas de protección de las posiciones a utilizar;
- Paso 3. Aflojar los dos tornillos de las unidades *plug-in* hasta que la ranura de los tornillos de las unidades *plug-in*;
- Paso 4. Empujar la unidad *plug-in* en dirección del AMM. Asegurarse que la flecha dibujada en la cara frontal de la unidad *plug-in* apunte hacia arriba;
- Paso 5. Apretar los tornillos hasta el fondo. Asegúrese que la cabeza de los tornillos no sobresalen más allá de la cara frontal de la unidad *plugin*.

#### 4.5.5.2. REMOVER LAS UNIDADES *PLUG-IN*

- Paso 1. Conectar la manilla antiestática en el punto de tierra en el panel frontal del AMM.  
Remover las tapaderas de protección del AMM;
- Paso 2. Aflojar los dos tornillos de la unidad *plug-in*;
- Paso 3. Remover la unidad *plug-in* utilizando las herramientas adecuadas.

#### 4.6. INSTALACIÓN DE UNIDADES PARA EXTERIORES

Esta sección describe el procedimiento recomendado para la instalación de la unidad para exteriores. En la Figura 4.8, se observa que existen dos formas de instalar la unidad de radio a la antena:

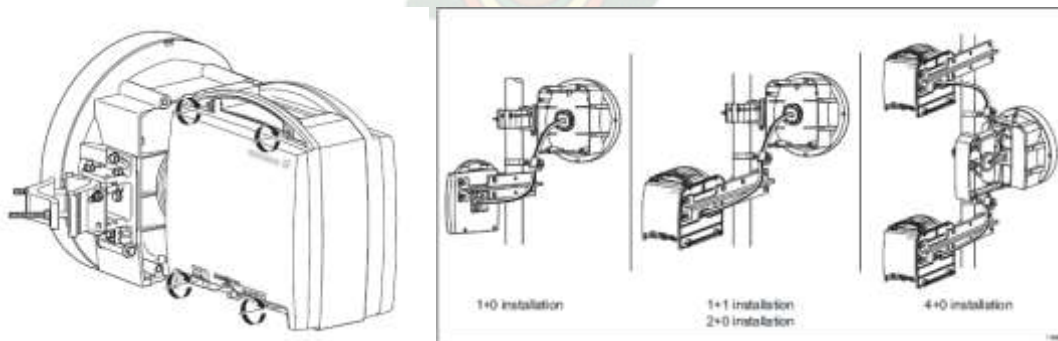


Figura 4.8. Procedimiento de instalación para exteriores

A La instalación de la unidad de radio integrada a la antena

B La instalación de la unidad de radio separada de la antena

Fuente: Ericsson AB. *Ptp Outdoor Installation Manual*. p.35

Paso 1. Asegurarse que todas las herramientas, unidades y accesorios se encuentran disponibles;

Paso 2. Ensamblar la antena;

Paso 3. Instalar la montura de la antena;

Paso 4. Instalar el *feeder* en la antena;

Paso 5. Instalar la antena en la montura;

Paso 6. Instalar unidad de radio “A” o “B”;

Paso 7. Realizar ajustes finales;

Paso 8. Instalar brazo de suspensión (opcional);

Paso 9. Instalar cable de radio.

#### **4.6.1. ENSAMBLE DE LA ANTENA**

Paso 1. Coloque la armazón de madera que contiene la antena y el *radome* sobre el suelo (la parte de atrás del plato de la antena apuntando hacia arriba ver fig.3.9);

Paso 2. Remover la parte de atrás de la armazón sin retirar los cuatro separadores de esponja. Retirar la caja que contiene el *feeder* y la montura de la antena;

Paso 3. Levantar de la armazón el plato que trae adjunto el *radome* y girarlo 180 grados;

Paso 4. Remover el *radome* del plato;

Paso 5. Encajar los dos paneles protectores al plato, utilizando arandelas y tornillos, apretando estos con la mano. Asegúrese que la marca del panel protector está colocado sobre la marca del plato de la antena;

Paso 6. Colocar los dos sujetadores de acero sobre las juntas de los paneles protectores.;

Paso 7. Encajar los dos paneles protectores, utilizando arandelas y tornillos, apretando estos con la mano;

Paso 8. Apretar los tornillos colocados al borde del plato y luego proceder a apretar los tornillos de las juntas de los paneles protectores;

Paso 9. Sujetar el *radome* con 16 tornillos y arandelas;

Paso 10. Girar la antena sobre una superficie limpia, plana y remover los separadores. Los tornillos ya no se usarán por lo que se podrán poner aparte.

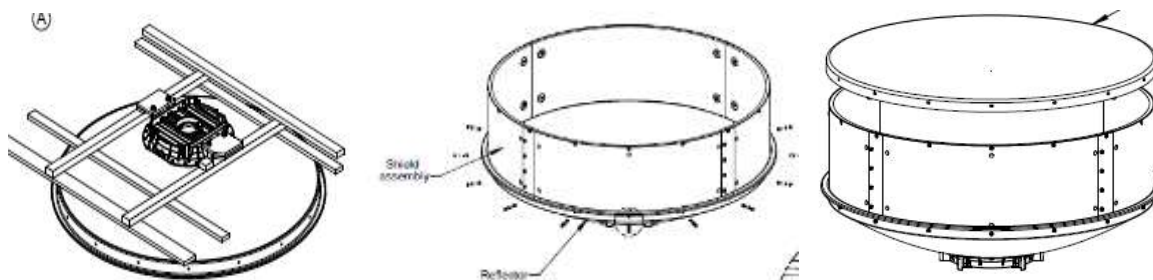


Figura 4.9. **Procedimiento de instalación para exteriores**

Fuente: Ericsson *Outdoor Installation Manual*.

#### 4.7. ENSAMBLE DE LA MONTURA DE LA ANTENA

Paso 1. Sujetar la montura a la antena utilizando los tornillos. Apretar los tornillos con el torque adecuado;

Paso 2. Remover el ajuste de elevación de la montura;

Paso 3. Sujetar el ajuste de elevación a la montura en la posición correcta, apretar el tornillo más largo del ajuste de elevación con la mano.

Paso 4. Remover el ajuste de azimut del soporte angular.

Paso 5. Sujetar el ajuste de azimut al soporte angular en la posición correcta.

#### 4.8. INSTALACIÓN DEL FEEDER/DIPOLO

Paso 1. Sujetar el *feeder* a la antena;

Paso 2. Decidir la polarización de la antena.

- Polarización vertical.
- Polarización horizontal.

Nota: no remover la cinta protectora de la guía de onda del *feeder*.

#### 4.8.1. POLARIZACIÓN VERTICAL

Colocar el *feeder* de tal forma que la letra “V” se lea correctamente cuando se vea por detrás de la antenna, además, el agujero en forma de óvalo del plato de polarización debe apuntar hacia la letra “V”, Sujetar el *feeder* con los cuatro tornillos.

#### 4.8.2. POLARIZACIÓN HORIZONTAL

Paso 1. Colocar el *feeder* de tal forma que la letra “H” se lea correctamente cuando se vea por detrás de la antenna, Sujetar el *feeder* con los cuatro tornillos;

Paso 2. Aflojar dos de los tornillos, manteniendo el plato de polarización del *feeder* en su posición;

Paso 3. Rotar el plato de polarización 45 grados en dirección de las agujas del reloj. Asegúrese que el agujero en forma de óvalo del plato de polarización apunta hacia la letra “H”. Sujetar el plato de polarización con los dos tornillos retirados anteriormente.

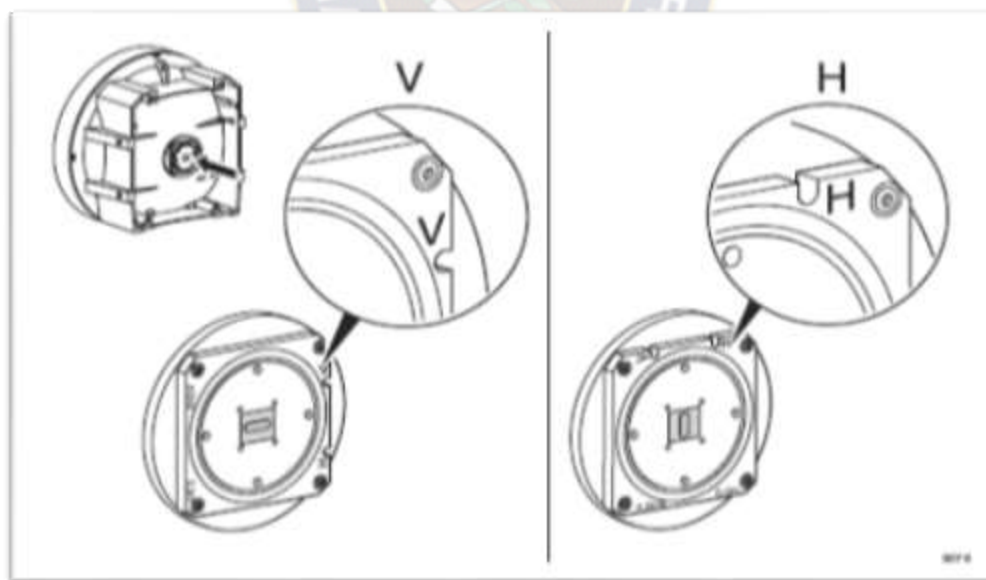


Figura 4.10: Marca para polarización vertical y horizontal

Fuente: Ericsson AB. *Ptp Outdoor Installation Manual*. p.38

## **4.9. INSTALACIÓN DE LA ANTENA**

- Paso 1. Localizar el punto de referencia utilizando una brújula para determinar la dirección a la cual la antena debe apuntar. Esta acción debe realizarse estando en el suelo ya que el metal de la torre puede afectar el funcionamiento de la brújula. Las coordenadas a las cuales debe apuntar la antena son proporcionadas por el cliente;
- Paso 2. Determinar la altura a la cual se debe instalar la antena basándose en los datos proporcionados por el cliente;
- Paso 3. Sujetar el perno al soporte angular alrededor del poste justo debajo de donde se instalará la antena. Apretar los tornillos con la mano;
- Paso 4. Alinear el perno basándonos en el punto de referencia. La parte cerrada del perno debe estar 90 grados en dirección de las agujas del reloj respecto de la posición a la cual apuntará la antena;
- Paso 5. Apretar el perno proporcionando el torque adecuado;
- Paso 6. Levantar la antena hasta la altura especificada utilizando una polea instalada en la estructura de la torre;
- Paso 7. Colocar la montura de la antena sobre el perno, previamente, instalado. Asegure la antena al poste utilizando los dos pernos restantes. Apretar los tornillos;
- Paso 8. Asegure el ajuste de azimut “H” a la montura de la antena. Apriete el tornillo del ajuste de azimut aplicando el torque adecuado;

Para evitar que la antena caiga se asegura el cable (o soga) a la antena enganchando la misma a través de un gancho de acero(eslavon).

Nota: nunca caminar por debajo de cargas que están siendo levantadas.

## **4.10. ENCAJANDO LA UNIDAD DE RADIO**

### **4.10.1. UNIDAD DE RADIO INTEGRADA A LA ANTENA**

- Paso 1. Remover la cinta protectora de la guía de onda de la unidad de radio y del plato de polarización de la antena;
- Paso 2. Montar la unidad de radio a la antena, asegurándose que los agujeros de la antena encajen con los agujeros de la unidad de radio;
- Paso 3. Fijar la unidad de radio con los cuatro tornillos.

#### 4.10.2. UNIDAD DE RADIO SEPARADA DE LA ANTENA

- Paso 1. Instalar el soporte angular que sujetará la unidad de radio RAU al poste de la torre.  
Aplicar a los tornillos el torque adecuado;
- Paso 2. Montar en el soporte angular la unidad de radio RAU. Apretar los tornillos con el torque recomendado;
- Paso 3. Fijar el sujetador de la guía de onda al poste de la torre;
- Paso 4. Instalar la guía de onda flexible, conectando uno de los extremos a la unidad de radio, mientras que el otro extremo se conecta al *feeder* de la antena. Sujetar la guía de onda a través del sujetador de guía de onda. La longitud de la guía de onda debe ser especificada por el cliente. La manera de asegurar la guía de onda al *feeder* de la antena y a la unidad de radio se hace a través de cuatro tornillos en ambos extremos.

Aspectos a tomar en cuenta con el manejo de la guía de onda:

- Transportar la guía de onda en su paquete original hasta el momento de la instalación;
- Asegurar que la guía de onda nunca soporte ningún peso;
- No mantener los extremos de la guía de onda sin protección, aun cuando estos no han sido conectados;
- No estirar la guía de onda si ésta no cubre la distancia requerida;
- No retorcer la guía de onda;
- No realizar dobleces a la guía de onda que sobrepasen los radios mínimos permitidos por el fabricante.

#### 4.11. AJUSTES FINALES

- Asegurar los tornillos del ajuste de elevación;
- Asegurar los tornillos del ajuste de azimut.
- Asegurar los 8 tornillos de los pernos;
- Asegurar los 3 tornillos de la montura de la antena.



#### 4.12. INSTALACIÓN DEL BRAZO DE SUSPENSIÓN

- Paso 1. Asegurar la abrazadera al poste de la torre, directamente, detrás de la antena y apretar los tornillos a mano;
- Paso 2. Fijar el brazo de suspensión a la antena y apretar los tornillos con la mano;
- Paso 3. El brazo de suspensión debe ser fijado apuntando, directamente, detrás de la antena que simule un cono de 25 grados;
- Paso 4. Fijar el otro extremo del brazo de suspensión a la abrazadera.

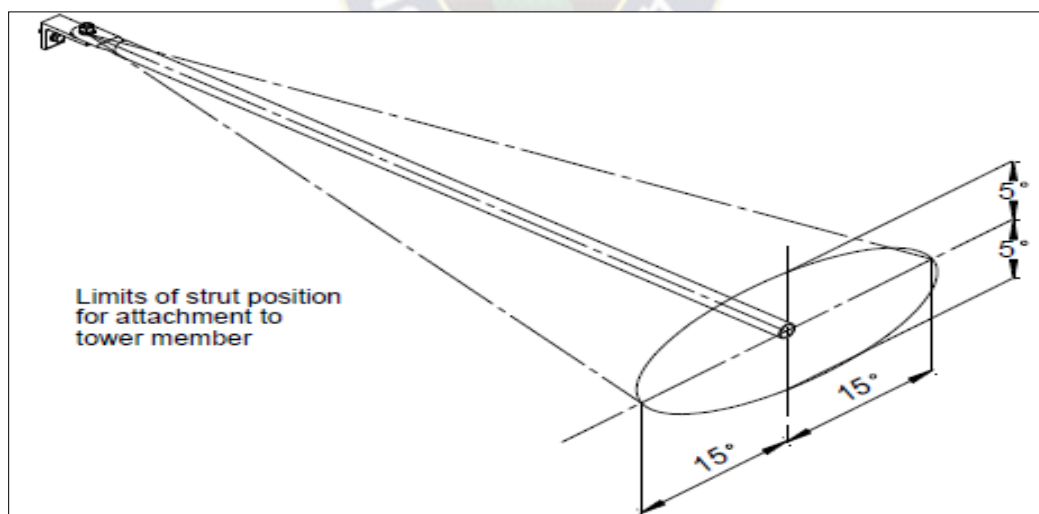
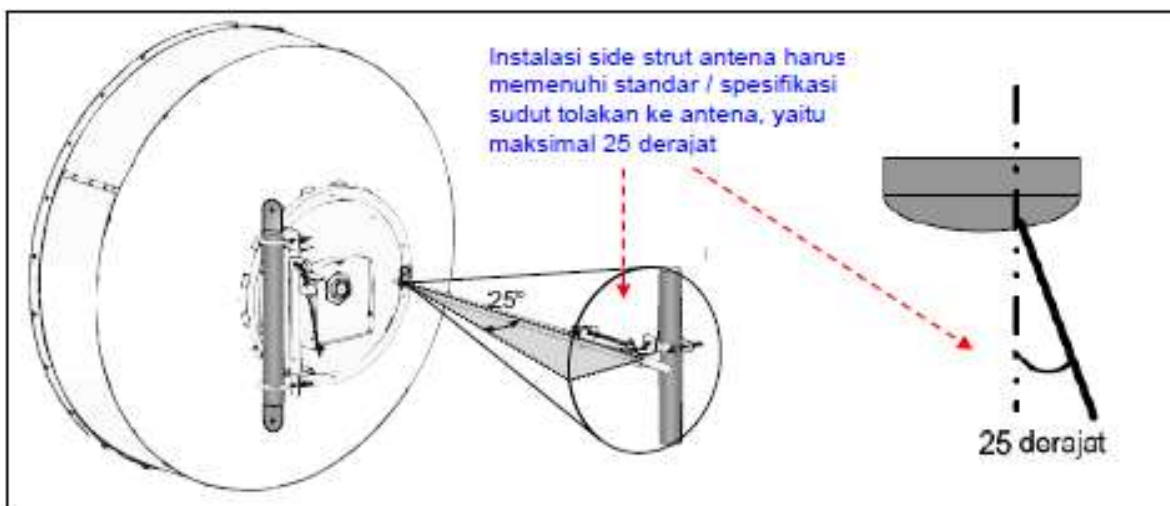


Figura 4.11: Instalación de brazo o soporte de la antena

Fuente: Ericsson Outdoor Installation Manual.

### EJECUCION DE LA INSTALACION

---

#### 5.1. IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS EN SITIOS

En este capítulo, se va mostrar de una forma más visual las distintas fases de la instalación que se han llevado a cabo en la implementación.

Para simplificar solo se va a mostrar el proceso de instalación en una estación. Ya que la metodología de instalación que se debe utilizar es la misma en todas las estaciones restantes.

#### 5.2.- INTRODUCCIÓN

Aunque ya se ha explicado con anterioridad, para facilitar la comprensión de la instalación se va a resumir a grandes rasgos de que trata la instalación.

#### 5.3. EQUIPOS RADIO

Los equipos de radio que se van a instalar en esta estación son tres antenas de 0.6m cada uno con dos radios. Uno para cada sitio del lado remoto del radioenlace.

#### 5.4. RADIOENLACE ALPACOMA-ARANJUEZ

En las siguientes imágenes, se muestra las antenas instalada de 0,6 m de diámetro acoplada con sus respectivos radios de 18 y15 GHz.



Figura 5.1: Panorámica de la torre ALPACOMA



Figura 5.2: Antena y radios del enlace ALPACOMA- ARANJUEZ.



Figura 5.3: Antena y radios del enlace ALPACOMA- SOPOCACHI



Figura 5.4: Antena y radios del enlace ALPACOMA- ALTO OBRAJES

## 5.5. INSTALACIÓN OUTDOOR

La instalación outdoor comprende de la tirada de cable FI desde la radio hasta el pasamuros en la entrada de la caseta. El cableado FI tiene que estar sujeto en todo su recorrido por cinturonas metálicas o clamps (granpas plásticas). Además se tienen que instalar kits de tierra según indica la normativa.



Figura 5.5: Kit de tierra en cable FI y conexión a barra de aterramiento.

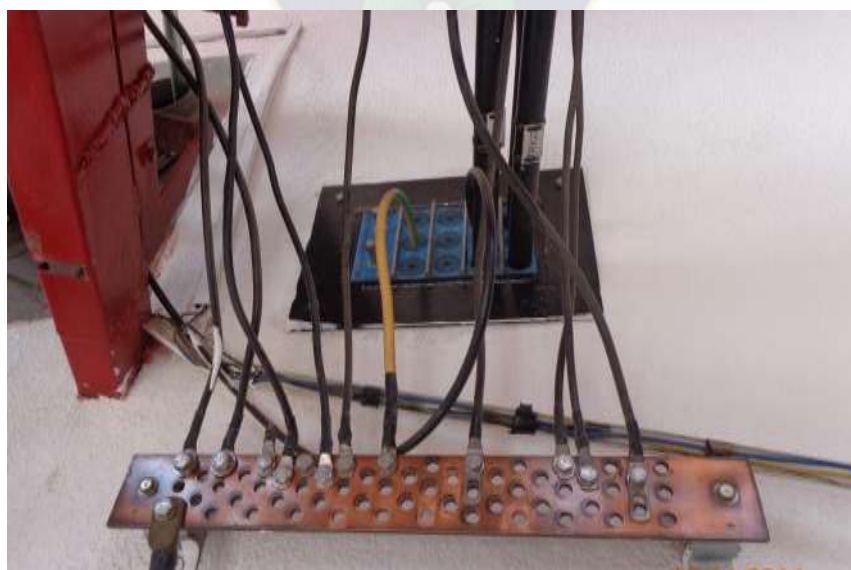


Figura 5.6: Barra de aterramiento



Figura 5.7: Recorrido del cable IF en escalerilla Horizontal y vertical.

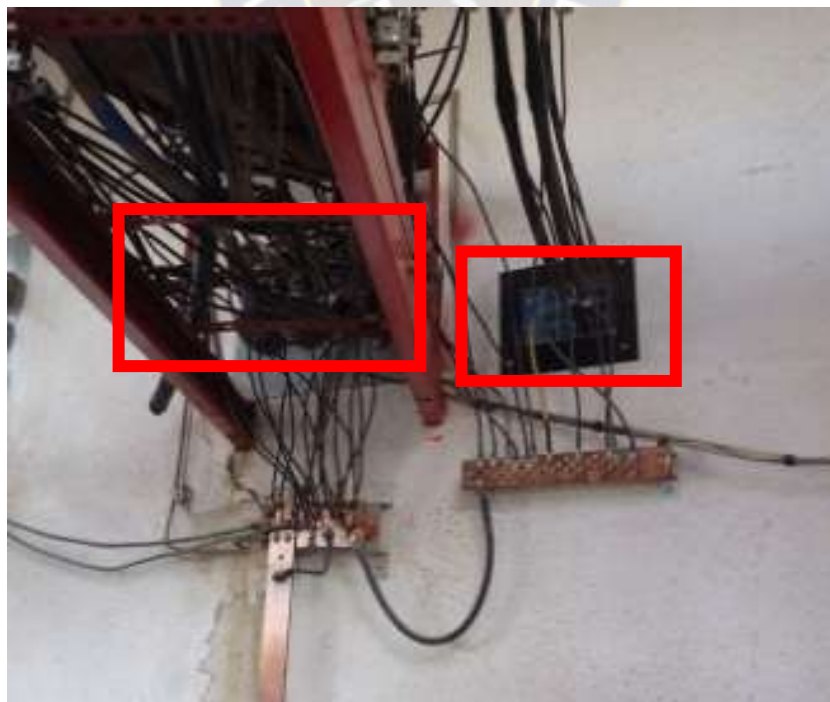


Figura 5.8: Pasamuros de entrada a sala de equipos.



Figura 5.9: Identificación del cable IF.

## 5.6. INSTALACIÓN INDOOR

La instalación indoor es una de las partes más complejas, ya que está compuesta por diferentes componentes y generalmente hay que adaptarse a las condiciones existentes en la caseta.

Lo primero es llegar hasta el porta transiciones con el cableado FI. Y a continuación el último tramo es desde el porta transiciones hasta el TN.

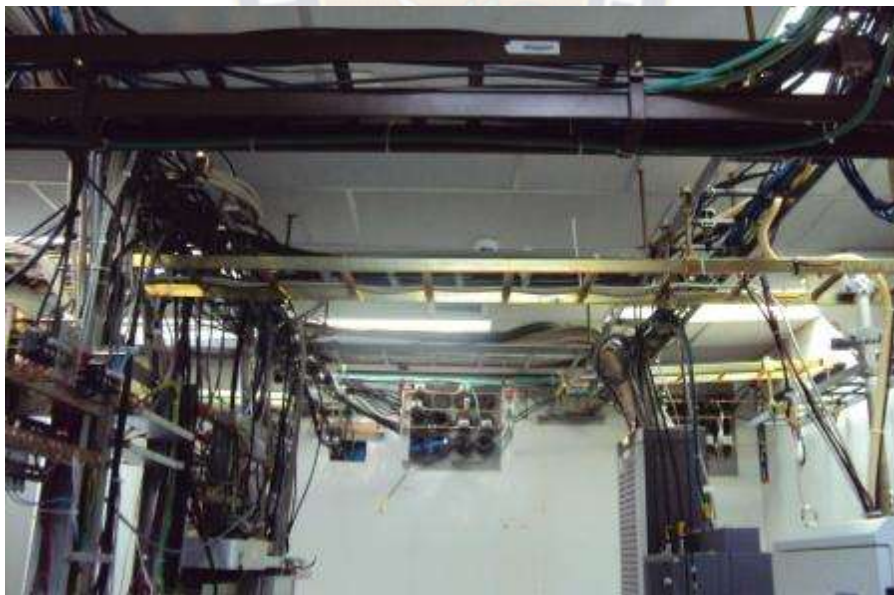


Figura 5.10: Cableado en escalerilla indoor.



Figura 5.11: Porta transiciones de FI.

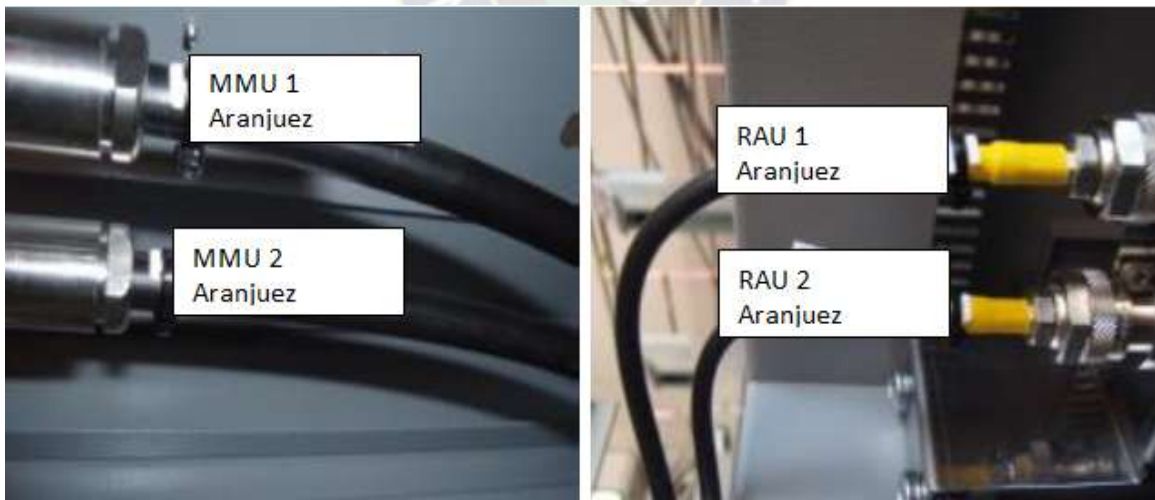


Figura 5.12: Conexiones en el porta transiciones.





Figura 5.13: Rack con TN

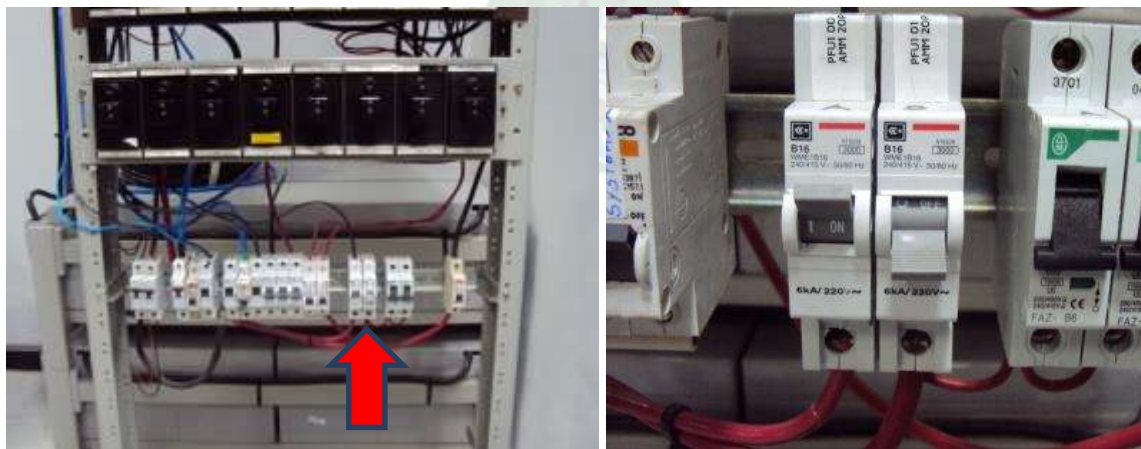


Figura 5.14: Conexiones para el energizado del TN 20P.

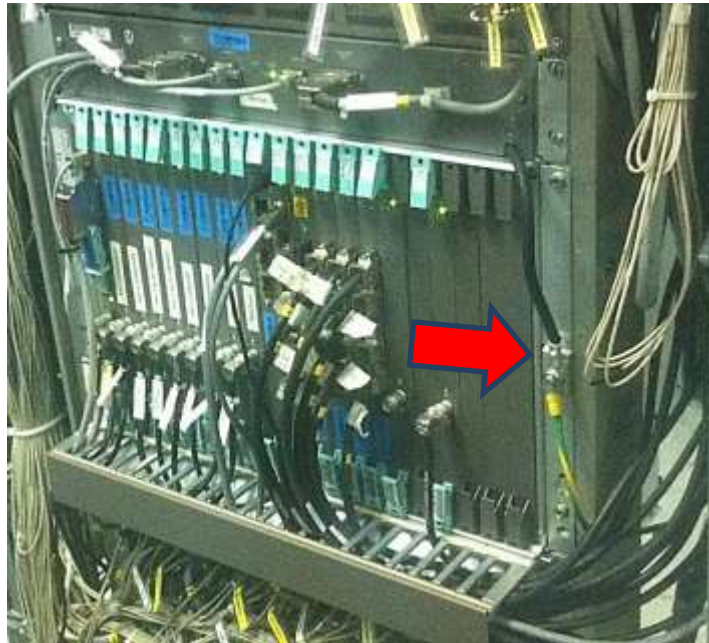
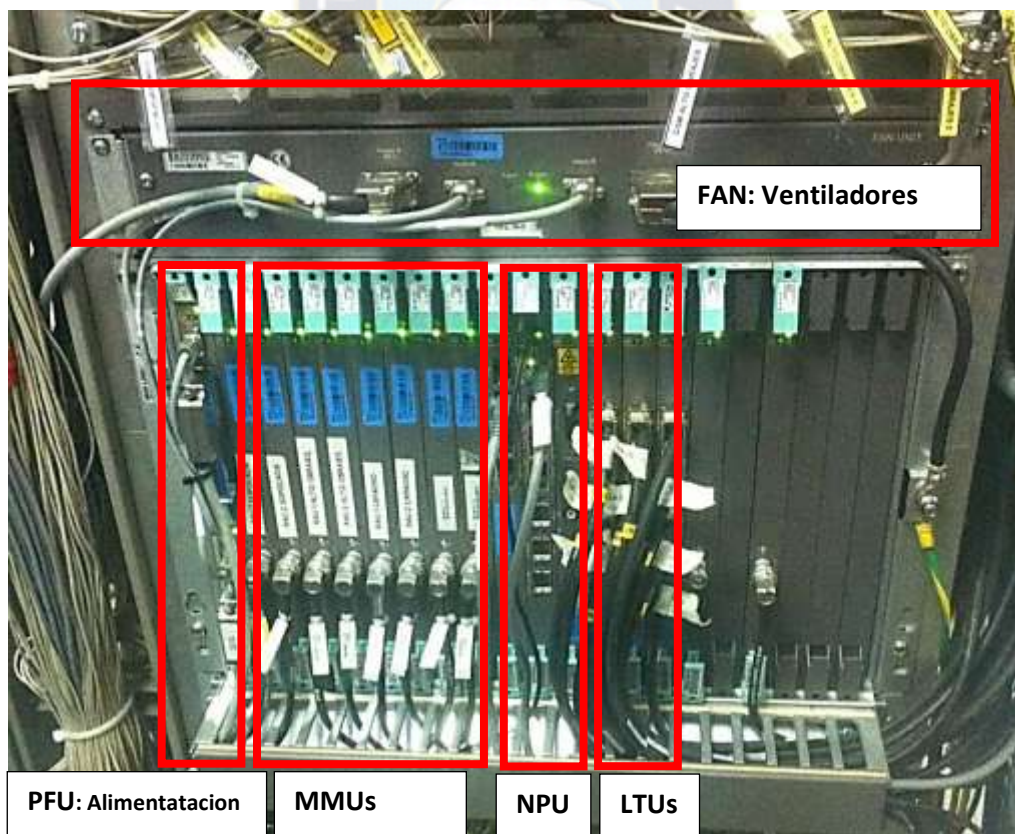


Figura 5.15: Aterramiento del equipo TN.



A continuación vamos a pasar a describir las diferentes partes de los equipos TN.

Desde la NPU del TN se conecta a la RBS (equipo que se encarga de gestionar las llamadas), la NPU transforma las llamadas de vía radio a paquetes de datos IP.



Figura 5.16: NPU en TN 20P

Desde las LTUs se conecta al repartidor, que es el encargado de conectar la transmisión del enlace con la red del operador a través del DDF.



Figura 5.17: LTU en TN 20P.



Figura 5.18: Conexiones en el DDF de las diferentes estaciones.

## 5.7. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS MINI LINK TN

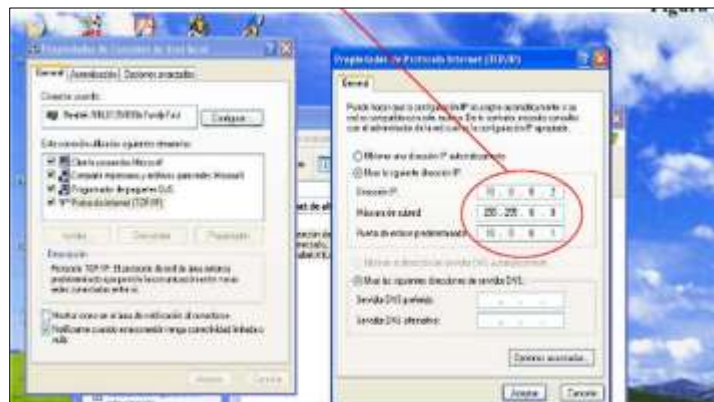
Requisitos previos:

1. PC con sistema operativo XP, Vista o W7
2. Software Mini Link Craft
3. USB LAN Driver (Ericsson)
4. USB LAN cable
5. BPFTP Software
6. Software Upgrade (software base line)

### Configurar conexión de área local

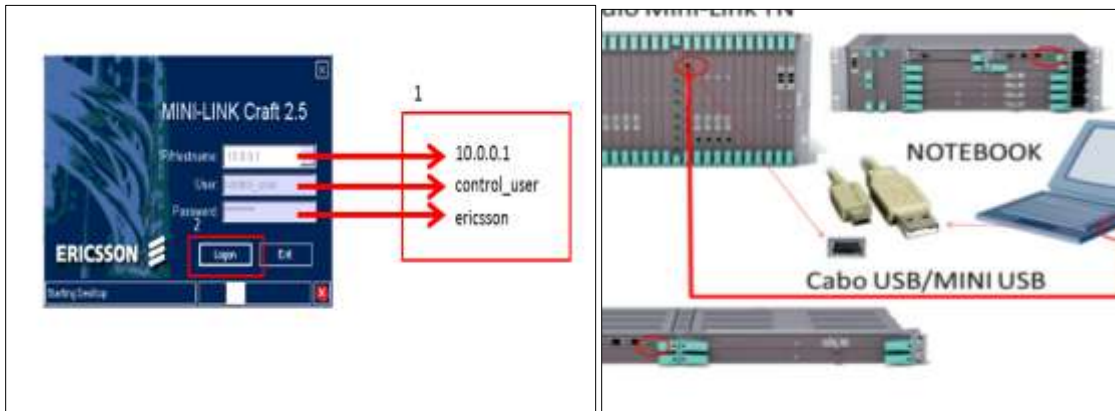
Se debe colocar lo siguiente:

**Dirección IP:** 10.0.0.2  
**Máscara de Subred:** 255.255.0.0  
**Puerta de enlace:** 10.0.0.1



## Acceso al programa Mini Link Craft

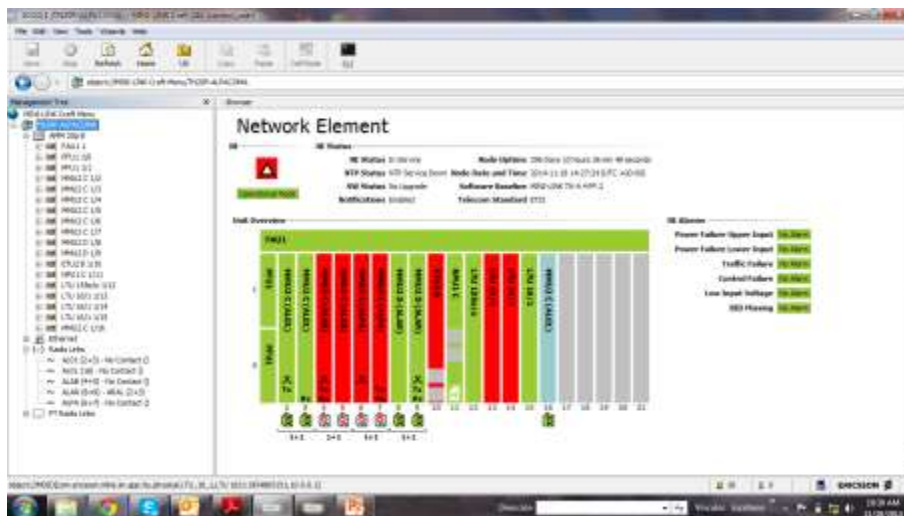
1. Digite IP, User e Password
2. Clique en Logon



Asegúrese de hacer click en el botón aceptar para que la PC pueda sincronizar con el Minilink TN de otra manera la PC no podrá establecer la conexión con el TN.

Las configuraciones básicas que veremos en la configuración son:

- 1.-Nombre del Equipo
- 2.-Frecuencia TX, RX
- 3.- Modo de Potencia TX
- 4.- Cruzada de E1's
- 5.- Alineamiento e interpretación de valores



### 5.7.1 BASIC NE

En la interface principal que se muestra en la fig.5.22 se puede ver las diferentes casillas donde tiene que ser llenado para la identificación del equipo.

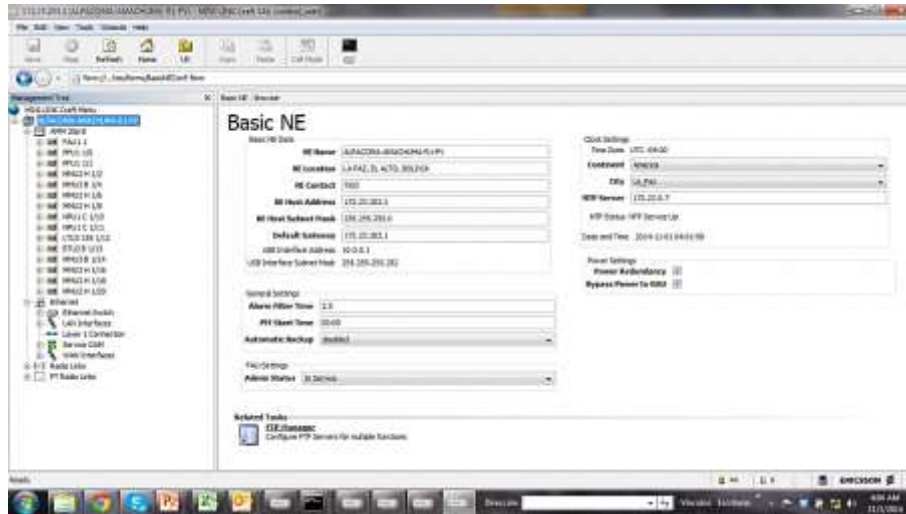


Figura 5.22.

### 5.7.2 CONFIGURE RADIO LINK

En esta grafica se configura los parámetros de la RAU asociado al MMU como muestra en la fig 5.23 los valores a ingresar son la frecuencia, potencia de transmisión. También en esta sección se configura los datos de ingeniería asignados por el operator.

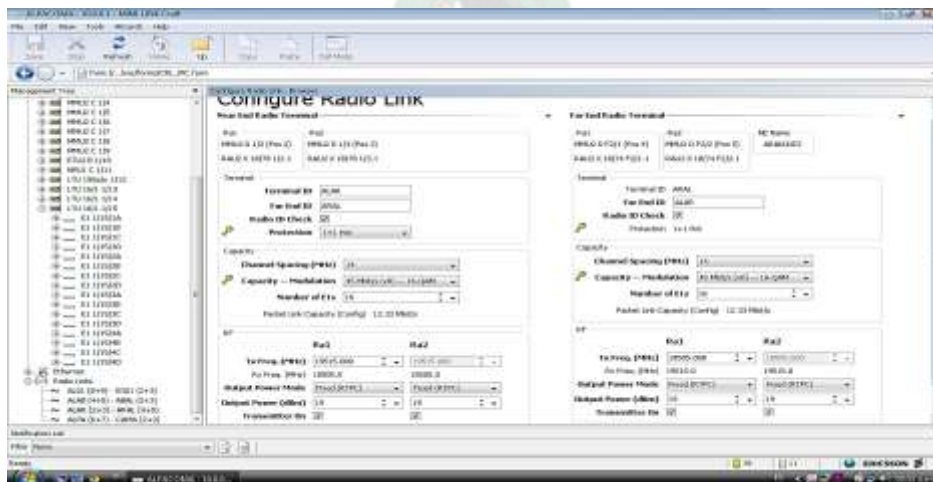


Figura 5.23

### 5.7.3 TRAFFIC ROUTING

En esta interface gráfica se usa para crear, modificar y borrar EIs de extremo a extremo, en la fig 5.24, se presenta la interface grafica con la que se puede administrar en general los EIs para diferentes rutas y/o estaciones conectadas al mini link TN.



Figura 5.24

### 5.8. PROCEDIMIENTO PARA ALINEACIÓN DE ANTENAS

A continuación se describe el procedimiento a seguir para la alineación de la antena.

**Paso 1.** Aflojar los tres tornillos de la montura de la antena;

**Paso 2.** Aflojar las tuercas de la abrazadera del ajuste de elevación y del ajuste vertical de la antena que el máximo valor de la antena hasta que el máximo valor de alineamiento sea alcanzado. La antena puede ser ajustada a  $\pm 15$  grados de elevación, se puede rotar hasta donde sea posible para encontrar el lóbulo principal. Los lóbulos laterales pueden alcanzar su valor pico sin necesidad de haber encontrado el valor máximo de alineación;

**Paso 3.** Apretar las tuercas del ajuste de elevación con la mano;

**Paso 4.** Aflojar las tuercas de las abrazaderas del ajuste de azimut y del ajuste horizontal de la antena hasta que el máximo valor de alineación sea alcanzado;

**Paso 5.** Apretar las tuercas del ajuste de azimut con la mano;

**Paso 6.** Medir el valor de alineación y guardar los datos;

**Paso 7.** Repetir los pasos del 3 – 6 hasta que el máximo valor de alineación sea alcanzado.

La antena puede ser ajustada a  $\pm 15$  grados de elevación, se puede rotar hasta donde sea posible para encontrar el lóbulo principal. Los lóbulos laterales pueden alcanzar su valor pico sin necesidad de haber encontrado el valor máximo de alineación;

**Paso 8.** Transformar el valor de alineación a niveles de entrada de RF;

**Paso 9.** Comparar los niveles de RF con los datos asignados para el sistema por el cliente.

Los niveles de RF pueden ser comparados utilizando la curva de alineación que se muestra en la Figura 5.25.

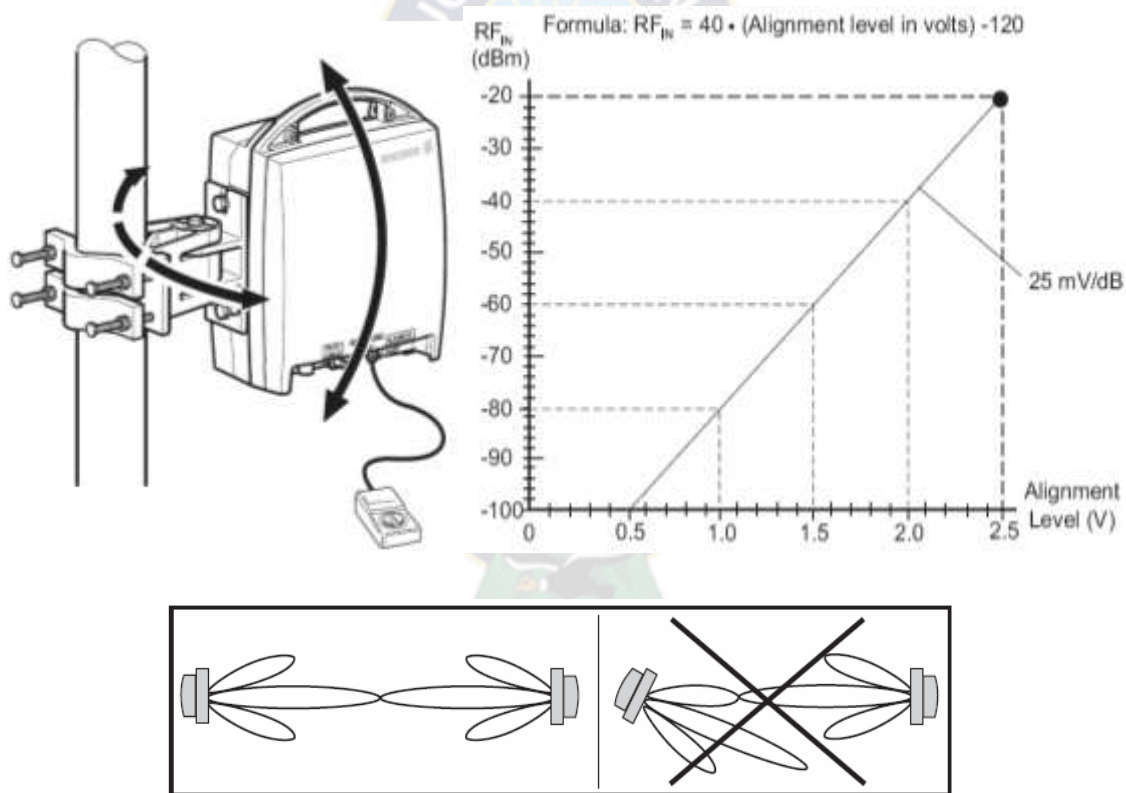


Figura 5.25. Curva de alineación

Fuente: Ericsson AB. 1.2 m Compact Antenna Installation Instruction. p.38

## 5.9. SITIOS DESTINO

Para el emplazamiento destino se describen los mismos puntos que para el emplazamiento origen.



### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

#### 6.1. CONCLUSIONES

La etapa de instalación de un radioenlace Mini-Link TN es una fase muy importante en el ciclo de vida del equipo, y sin duda va a condicionar el rendimiento, la disponibilidad y por supuesto, su mantenimiento; pero es evidente que un buen diseño de la instalación, una correcta elección de equipos y una buena ejecución del proyecto son aspectos absolutamente básicos para que esta nueva instalación pueda alcanzar los valores de rendimiento y disponibilidad que se espera de ella.

Los errores de instalación se reducen cuando el contratista encargado de realizar el trabajo de instalación tiene claramente estructurado todo el proceso y una idea muy clara de todas y cada una de las pruebas y ajustes que necesita hacer antes de dar por finalizada la instalación.

Se alcanza una disponibilidad del 97% cuando el radioenlace Mini-Link TN se instala con un sistema de protección 1+1, aunque ninguna de las dos formas de protección 1+1 *hot stand-by* o *working stand-by* es mejor que la otra.

Se ha dado una visión global de los trabajos que se realizan en una instalación de este tipo, así como la multitud de personas calificadas que intervienen en cada parte del proyecto.

Este trabajo ha permitido la descripción de los pasos a seguir y que pueden ser aplicados en cualquier situación geográfica, para la instalación de una estación de telefonía celular y la simulación de la trayectoria del enlace una estación a otra.

La aplicabilidad de programas informáticos de simulación en el campo de las telecomunicaciones son importantes para una óptima realización de un trabajo profesional.

## 6.2. RECOMENDACIONES

1. Es responsabilidad del supervisor local, asegurarse el cumplimiento de las instrucciones de seguridad, para evitar lesiones del personal y evitar daños en los materiales empleados.
2. En caso de conflictos entre las instrucciones de seguridad descritas en este documento y las regulaciones locales, las regulaciones locales deben prevalecer, si éstas fueran obligatorias. Si las regulaciones locales no son obligatorias, las instrucciones de seguridad de este manual deben prevalecer.
3. No utilizar ningún componente de instalación que no cumpla con las especificaciones recomendadas por el fabricante.
4. Los niveles máximos de exposición a las microondas alrededor y enfrente de la antena, no deben exceder los niveles de seguridad especificados por las recomendaciones internacionales.
5. El transmisor debe ser apagado antes de desmontar el equipo y no se debe trabajar enfrente de la antena, ya que se puede interrumpir la señal.
6. El *feeder* de la antena no se debe tocar, mientras, la antena se encuentre en operación.

El objetivo de esta sección es describir los aportes realizados a la empresa desde los cargos desempeñados:

La elaboración de este proyecto y los trabajos realizados en la empresa Acom Ingeniería S.R.L, han sido muy favorables para mí, ya que me han aportado muchos conocimientos, tanto en mi trayectoria profesional como a nivel personal.

La elaboración de este proyecto y las prácticas realizadas en la empresa Acom Ingeniería SRL, han sido muy favorables para mí, ya que me han aportado muchos conocimientos, tanto en mi trayectoria profesional como a nivel personal.

Lo primero que quiero es agradecer todos aquellos conocimientos que me han transmitido mis compañeros en la empresa, tanto mi tutor, Lic. Javier Yujra T.

Gracias a ellos he podido asentar todos los conocimientos teóricos que he adquirido a lo largo del grado, en el mundo de la empresa.

También me gustaría resaltar que cuando se plasma un proyecto en papel, a menudo, puede parecer muy sencillo. Pero a la hora de llevarlo a cabo aparecen infinidad de problemas que a priori no se plantean y hay que tener una gran capacidad resolutiva para afrontar los problemas y resolverlos en el menor espacio de tiempo posible.

## GLOSARIO DE TERMINOS

- ATPC** El control automático de ganancia (*Automatic Transmit Power Control*) se utiliza para mantener un nivel de señal de salida fijo, reduciendo los efectos de las fluctuaciones de potencia.
- Backplane** Es una placa de circuito integrado que implementa un mecanismo de intercomunicación de muy alta velocidad. Sobre esta placa es posible insertar otras placas o módulos, donde realmente se encuentran los recursos, es decir, memoria, microprocesadores y dispositivos de entrada/salida.
- Banda Base** Se refiere a la señal compuesta que modula la portadora FM.
- BER** Tasa de *bits* errados (*Bit Error Rate*).
- Codificación** Código estándar para la corrección de errores, utilizado **Viterbi** para corregir los *bits* corruptos en el receptor. Esta codificación añade *bits* extras a la cadena de *bits* errada.
- CPU** La unidad central de proceso (*Central Processing Unit*) o simplemente procesador, es el componente que interpreta las instrucciones y procesa los datos contenidos en los programas.
- C-QPSK** El sistema de cuadratura por desplazamiento de fase (*Compatible Quadrature Phase Shift Keying*) se refiere a un tipo de algoritmo de modulación de fase, donde hay cuatro estados involucrados. Estos cuatro estados también se refieren a cuatro fases en donde se envía un símbolo particular. En cuanto a su codificación, C-QPSK es capaz de procesar dos *bits* para cada símbolo. Esto se debe al hecho de que tiene cuatro estados posibles. En comparación con otros algoritmos de modulación de fase, C-QPSK tiene un nivel de tolerancia mayor para la degradación de enlace,

además, tiene una menor tendencia de causar un fallo del sistema. Sin embargo, normalmente proporciona menos capacidad de datos que otros tipos de algoritmos.

- DCN IP** El control de datos de red (*Data Control Network*) se encarga de transportar los datos de la gestión a través del protocolo de *Internet*. XI
- DHCP** El protocolo de configuración para *host* dinámicos (*Dynamic Host Configuration Protocol*) es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente.
- DNS** El sistema de nombres de dominio (*Domain Name System*) es una base de datos distribuida y jerárquica que almacena información asociada a nombres de dominio en redes.
- ETSI** El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (*European Telecommunications Standards Institute*) es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial.  
El Estándar europeo para la trama de PDH, equivalente a 2.048 Mbit/s, el cual tiene una capacidad de 32 *time slots*. Norma G.732 de la UIT-T.
- Frames** Paquetes de datos.
- Frecuencia Intermedia** Frecuencia que en los aparatos de radio que emplean principio superheterodino se obtiene de la mezcla de la señal sintonizada en antena con una frecuencia variable generada localmente en el propio aparato mediante un oscilador local (OL) y que guarda con ella una diferencia constante. Esta diferencia entre las dos frecuencias es precisamente la frecuencia intermedia. XII

- FTP** El protocolo de transferencia de ficheros (*File Transfer Protocol*) se utiliza en sistemas conectados a una red TCP basado en la arquitectura cliente-servidor, de manera que desde un equipo cliente nos podemos conectar a un servidor para descargar ficheros desde él o para enviarle nuestros propios archivos, independientemente del sistema operativo utilizado en cada equipo.
- HDB3** Código bipolar de alta densidad con un máximo de 3 ceros consecutivos (*High Density Bipolar Three Zeros*).
- Hitless** La conmutación de canales con la misma banda base digital se requiere como mecanismo de protección para contrarrestar las fallas de equipos y la mala propagación atmosférica.
- IEC** La Comisión Electrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission*), es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.
- Interfaz V.24** Conector hembra de características mecánicas y asignación de terminales, según la norma. ISO 2593. **ISI** Interferencia intersímbolo (*Intersymbol Interference*): Si el pulso que está esparciéndose es lo suficiente severo, un pulso puede caer arriba del próximo pulso. XIII
- ITU-R** La Unión Internacional de Telecomunicaciones-Radiocomunicaciones (*International Telecommunication Union - Telegraph Transmission*), se encarga de coordinar los estándares para telecomunicaciones, específicamente en el tema de radiocomunicaciones.
- ITU-T** La Unión Internacional de Telecomunicaciones- Terminales para servicios telemáticos (*International Telecommunication Union - Terminals for telematic services*), se encarga de coordinar los estándares para telecomunicaciones, específicamente en el tema de transmisión.

- Jitter** Es una variación o perturbación en los pulsos de una transmisión digital, ya que puede ser pensado, en cierto modo, como pulsos irregulares.
- Justificación** Proceso en el cual se añaden *bits 1's* a la señal de entrada, positiva por ser su frecuencia inferior a la frecuencia de lectura del multiplexor.
- Loop** Bucle, se interconectan el RX con el TX del mismo puerto.
- LOF** *Lost Of Frame*, Pérdida de trama.
- LOS** *Lost Of Signal*. Pérdida de señal
- NOC** El centro de operaciones de red (*Network Operation Center*) es la entidad que se encarga de la supervisión de la red de transmisión. XIV
- PDH** La jerarquía digital plesiócrona (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) es una tecnología usada en telecomunicación tradicionalmente, para telefonía que permite enviar varios canales telefónicos sobre un mismo medio (ya sea cable coaxial, radio o microondas) usando técnicas de multiplexación por división de tiempo y equipos digitales de transmisión.
- PLL** El lazo enganchado en fase (*Phase-Locked Loop*) es un sistema de control retroalimentado que genera una señal de salida que está en función de la frecuencia y la fase de la señal de entrada.
- QAM** Es una modulación de amplitud en cuadratura (*Quadrature Amplitude Modulation*), consiste en 16 estados de fase, distribuidos en una circunferencia con igual amplitud.

- RF** El término radiofrecuencia (*Radio Frequency*), también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción del espectro electromagnético en el que se pueden generar ondas electromagnéticas.
- SNMP** El protocolo para manejo de red (*Simple Network Management Protocol*), es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.
- Stuffing** Relleno de *bits*.XV
- TCP/IP** El protocolo para control de transmisión sobre el protocolo de internet (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) se utiliza para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local (LAN) y área extensa (WAN).
- TP** El puerto terminal (*Terminal Port*) es un puerto destinado para realizar pruebas de nivel de potencia.
- Tunneling** Técnica que consiste en encapsular un protocolo de red sobre otro protocolo de red encapsulador, creando un túnel dentro de una red de comunicaciones.
- VCO** El oscilador controlado por voltaje (*Voltage-Controlled Oscillator*) es un oscilador cuya frecuencia de oscilación varía en función del voltaje.



## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFIA

---

#### 7.1.- MANUALES CONSULTADOS:

- *MINI-LINK TN Technical Description*. EN/LZT 712 0210 R1A. Suecia: Ericsson AB, 2005. 110 p.
- Ericsson AB. *1.2 m Compact Antenna Instruction*. EN/LZT 712 0095 R2G. Suecia: Ericsson AB, 2006. 62 p.

#### 7.2.- LIBROS CONSULTADOS:

- *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, Wayne Tomasi
- *Diseño de Radio Enlaces*, Lic. Javier Yujra T.

#### 7.3.- PAGINAS DE INTERNET CONSULTADAS:

- <http://www.bnamericas.com/news/telecomunicaciones/>
- <http://es.wikipedia.org/>
- I-Reingeniería de ML E a ML TN, <http://www.ericsson.com/es>
- Aceptación Traffic Node Ericsson v2, <http://www.ericsson.com/es>
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones),  
<Http://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>
- <http://www.tele-comunicaciones.info>