



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Propuesta de migración de tecnología Airmux 200 hacia Radwin 2000
del sistema de radioenlace de última milla del cliente less Cuenca y el
nodo Hitocruz**

AUTORA:

Arévalo Lozada, Ginger Nathalie

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Zamora Cedeño, Néstor Armando

Guayaquil, Ecuador

13 de septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta.
Arévalo Lozada Ginger Nathalie como requerimiento para la obtención del
título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

Zamora Cedeño, Néstor Armando

DIRECTOR DE CARRERA

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 13 del mes de septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Arévalo Lozada Ginger Nathalie**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación “**Propuesta de migración de tecnología Airmux 200 hacia Radwin 2000 del sistema de radioenlace de última milla del cliente less Cuenca y el nodo Hitocruz**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 13 del mes de septiembre del año 2016

LA AUTORA

Arévalo Lozada Ginger Nathalie



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, Arévalo Lozada Ginger Nathalie

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Propuesta de migración de tecnología Airmux 200 hacia Radwin 2000 del sistema de radioenlace de última milla del cliente less Cuenca y el nodo Hitocruz”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 13 del mes de septiembre del año 2016

LA AUTORA

ARÉVALO LOZADA GINGER NATHALIE

REPORTE DE URKUND

URKUND
Lista de fuentes - Blogs

Documento: [Tutoria-Aranda.docx](#) (11144699)

Presentado: 2018-08-08 08:20 (10:00)

Presentado por: Nestor Camero (nestor.camero@ucsg.uy)

Revisado: nestor.camero.arca@urkund.ucsg.edu.uy

Mensaje: Analisis Urkund Tutoria en Aranda [Ver mensaje completo](#)

! **Nota:** Se detecta copia. El plagio de documentos largos se compara de texto completo en 5 fuentes.

Id	Categoría	Indicador de archivo
1		Tutoria-Aranda.docx
2		http://www.cib.mec.edu.ec/imagenes/2_Tema_002749901.pdf
3		Tutoria-Aranda.docx
4		Tutoria-Aranda.docx
5		http://www.inec.edu.ec/imagenes/imagenes/1117446174716-298-FIC-274-07.pdf
6		http://www.inec.edu.ec/imagenes/imagenes/10041099-06_materias_m_fisica_mec_2012.pdf
7		http://www.inec.edu.ec/imagenes/imagenes/1458781674_107006.pdf

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO GARCEN DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES TEMA: Analisis

para la migración del sistema de telefonía de última milla para reducir interferencias y aumentar la capacidad de ancho de banda de este sistema y el modo HSPA+ AITOR- Singer Nathalie Aranda Luciani

Trabajo de Tutoria previa a la atención asignada de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES TUTOR: Camero Nestor Armando Guayaquil, Ecuador 02 de Septiembre del 2018 DEDICATORIA Dedico este trabajo de tutoría a mi abuela Alicia Motta que es uno de las pilares más importantes en mi vida y que con su paciencia y dedicación he logrado esta meta cumplir a mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado desde pequeña. Al tiempo doy gracias a la Universidad Católica Santiago De Guayaquil, por su conocimiento impartido, en todos estos años de estudio. A la Empresa Integradora S.A por brindarme la oportunidad de aprender y desarrollar el conocimiento adquirido. **EL AUTOR INGENIERA NATHALIE ARANDA LUCIANA**

AGRADECIMIENTO agradezco a Dios por darme salud y la fuerza necesaria para poder cumplir esta meta. A mi abuela Alicia Motta por su paciencia y cuidados que desde pequeña he estado recibiendo en los buenos y malos momentos. A mis padres Majoyle y Jorge por su apoyo incondicional en todo el momento por la motivación que día a día me brindan. A mi hermana Soledad por el apoyo y por darme permiso para poder cumplir este trabajo de tutoría. A mis amigos Manuel y Gustavo por guiarme en este proyecto. A mi querido tutor Ing. Nestor Camero por compartirme sus conocimientos y poderlos poner en práctica. **EL**

AUTOR INGENIERA NATHALIE ARANDA LUCIANA

1. INDICE DE CONTENIDO INDICE DE CONTENIDO **II** INDICE DE FIGURAS **III** RESUMEN **IV** CAPITULO 1 INTRODUCCION **1.1** Introducción a las Redes inalámbricas **1.1.1** Antecedentes **1.1.2** Definición del problema **1.1.3** Justificación **1.1.4** Objetivo general **1.1.5** Objetivo específico **1.1.6** Hipótesis o idea a defender **1.1.7** Metodología de investigación **II** CAPITULO 2 **2.1** REDES 2D **2.1.1** Redes 2D **2.1.2** Red de acceso **2.1.2.1** Red de transporte **2.1.2.2** Redes inalámbricas **2.1.2.3** Medios de acceso **2.1.2.4** Puntos **2.1.2.5** Inalámbricas **2.1.2.6** Red de enlace **2.1.2.7** Perfil de los servicios en un radio enlace **2.1.2.8**

Antenas **2.1.4.1** Patrón de radiación **2.1.4.2** Ancho de Banda **2.1.4.3** Directividad **2.1.4.4** Ganancia de una antena **2.1.4.5** Impedancia de entrada **2.1.4.6** Ancho de haz de media potencia **2.1.4.7** Polarización **2.1.4.8** Efectos **2.1.4.9**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi abuela Alicia Noboa que es uno de los pilares más fundamentales en mi vida y que con su paciencia y dedicación he logrado esta meta culminar.

A mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado desde pequeña.

Al cuerpo docente de la Universidad Católica Santiago De Guayaquil, por su conocimiento impartido, en todos estos años de estudio.

A la Empresa Integraldata S.A por brindarme la oportunidad de aprender y desarrollar el conocimiento adquirido.

LA AUTORA

ARÉVALO LOZADA GINGER NATHALIE

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y la fuerza necesaria para poder culminar este proyecto.

A mi abuela Alicia Noboa por su paciencia y cuidados que desde pequeña ha estado conmigo en los buenos y malos momentos.

A mis padres Marjorie y Jorge por su apoyo incondicional en toda mi vida.

A mí enamorado por la motivación que día a día me brinda.

A mi Jefa Ing. Rosita Serpa por el apoyo y por darme permiso para poder culminar este trabajo de titulación.

A mis amigos Manuel y Gustavo por guiarme en este proyecto.

A mi querido tutor Ing. Néstor Zamora por compartir todos sus conocimientos y poderlos poner en práctica.

LA AUTORA

ARÉVALO LOZADA GINGER NATHALIE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f _____

ZAMORA CEDEÑO NÉSTOR ARMANDO
TUTOR

f _____

HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO
DIRECTOR DE CARRERA

f _____

PALACIOS MELÉNDEZ EDWIN FERNANDO
COORDINADOR DE TITULACIÓN

ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS.....	XIII
INDICE DE TABLAS	XVI
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	19
1.1 Introducción	19
1.2 Antecedentes.....	20
1.3 Definición del problema.	20
1.4 Justificación del problema.....	21
1.5 Objetivos del problema de investigación.....	21
1.5.1 Objetivo general	21
1.5.2 Objetivos específicos	21
1.6 Hipótesis o idea a defender.	22
1.7 Metodología de investigación	22
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	23
2.1 Redes	23
2.1.1 Red de acceso	24
2.1.2 Red de transporte.....	24
2.1.3 Redes Inalámbricas.....	25
2.2 Medios de acceso.....	25
2.2.1 Físico.....	25
2.2.2 Inalámbrico.....	27
2.3 Frecuencia.....	28
2.4 Radio enlace.....	29

2.4.1	Perdidas de ganancias en un radio enlace	30
2.5	Enlace punto a punto	30
2.6	Enlace punto a multipunto	31
2.7	Enlace multipunto a multipunto.....	32
2.8	Antenas.....	33
2.8.1	Patrón de radiación	33
2.8.2	Ancho de Banda.....	34
2.8.3	Directividad	34
2.8.4	Ganancia de una antena	34
2.8.5	Impedancia de entrada.....	35
2.8.6	Ancho de haz de media potencia	35
2.8.7	Polarización.....	35
2.8.8	Eficiencia.....	36
2.8.9	Tipos de antenas.....	36
2.9	Canal de radio	37
2.10	Línea de vista	37
2.11	Interferencia.....	38
2.12	Tipos de interferencia.	39
2.12.1	Térmico o ruido blanco.....	39
2.12.2	Diafonía.....	39
2.12.3	Ruido de intermodulación	39
2.12.4	Ruido Impulsivo	39
2.13	Atenuación.....	40
2.14	Redes LAN	40
2.14.1	WLAN.....	41
2.14.2	Protocolos de redes inalámbricas de área local.....	42
2.14.3	Canales y frecuencias en el estándar 802.11a	48

2.14.4	Ventajas WLAN.....	49
CAPÍTULO 3. ANALISIS Y PROPUESTA DE MIGRACIÓN DE LOS EQUIPOS RADWIN 2000		
3.1	Coordenadas del nodo Hitocruz y usuario	50
3.2	Descripción de los equipos Airmux 200 ubicados en el cliente less y en el nodo Hitocruz (características)	51
3.2.1	Antena airmux 200	51
3.2.2	Características principales de Airmux 200	51
3.3	Configuración de los equipos Airmux 200, pruebas de interferencia y capacidad del enlace.....	52
3.3.1	Configuración de lado del cliente less- Cuenca.	52
3.3.2	Configuración de lado del nodo Hitocruz.....	56
3.4	Costo de los equipos Airmux 200	62
3.5	Equipos Airmux 200 que se encuentran instalados de lado del nodo Hitocruz	62
3.5.1	IDU Airmux 200	62
3.5.2	Antena ubicada de lado del nodo Hitocruz.....	63
3.6	Equipos Airmux 200 que se encuentran instalados de lado del Cliente less- Cuenca	64
3.6.1	IDU Airmux 200	64
3.6.2	Antena ubicada de lado del cliente less- Cuenca.....	65
3.7	Simulación del nuevo enlace HitoCruz- IESS Cuenca con equipos Radwin 2000.....	65
3.8	Descripción de los equipos Radwin 2000 (Características, ventajas)	66
3.8.1	Características principales Radwin 2000	66
3.8.2	Ventajas de Radwin 2000	67
3.9	Configuración del nuevo enlace con equipos Radwin 2000.....	67

3.10	Simulación del nuevo enlace usando el software Path Loss 4.0 .	75
3.11	Costo de los equipos Radwin 2000	80
3.12	Pruebas de laboratorio con los nuevos equipos Radwin 2000	81
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		83
4.1	Conclusiones	83
4.2	Recomendaciones	84
Referencias.....		85

INDICE DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 2.1 Estructura de una red inalámbrica	23
Figura 2.2 Cable coaxial con recubrimiento	26
Figura 2.3 Fibra óptica	27
Figura 2.4 Microonda	28
Figura 2.5: Un enlace punto a punto le permite a un lugar remoto compartir una conexión central a Internet.....	31
Figura 2.6 La conexión VSAT central es compartida por múltiples sitios remotos. Estos tres lugares también pueden comunicarse directamente a velocidades mucho más rápidas que las ofrecidas por VSAT	32
Figura 2.7 Una red en malla (mesh) multipunto a multipunto. Cada punto puede acceder a otro a gran velocidad, o utilizar la conexión central VSAT para acceder a Internet.....	33
Figura 2.8 Patrón de radiación de una antena. a) Patrón de elevación b) Patrón de azimuth c) Patrón de radiación 3D	34
Figura 2.9 Impedancia de entrada de una antena	35
Figura 2.10 Haz de una antena.....	35
Figura 2.11 Tipos de polarización	36
Figura 2.12 Propagación de microondas en la atmosfera.....	37
Figura 2.13 Línea de vista	38
Figura 2.14 redes inalámbricas LAN.....	41
Figura 2.15 Canales y frecuencias 802.11a/n.....	49

Capítulo 3

Figura 3.1 ubicación de cliente y del nodo en Google Eath	50
Figura 3.2 Airmux 200.....	51
Figura 3.3 Niveles del enlace y el Throughput que tiene este cliente	52
Figura 3.4 Configuración Wizard.....	53
Figura 3.5 configuración de datos del enlace	53
Figura 3.6 Frecuencia usada en el enlace y el ancho de banda del canal...	54

Figura 3.7 Configuración de Rate	55
Figura 3.8 Culminación del proceso de configuración del enlace	55
Figura 3.9 Menú de selección de configuración del nodo Hitocruz	56
Figura 3.10 Configuración de IP del enlace	56
Figura 3.11 Verificación de los datos del equipo. (modelo, N° de serie)	57
Figura 3.12 Configuración del usuario IESS de la ciudad de Cuenca.....	57
Figura 3.13 Configuración de la IP del enlace	58
Figura 3.14 Datos de los equipos (modelo, N° de serie)	58
Figura 3.15 Niveles del enlace.....	59
Figura 3.16 Interferencia presentada en el enlace.....	59
Figura 3.17 frecuencia en la está operando el enlace	60
Figura 3.18 Selección de una nueva frecuencia	60
Figura 3.19 Rango de frecuencia.....	61
Figura 3.20 Alarma de fuera de sincronismo y mala calidad del enlace	61
Figura 3.21 IDU Airmux 200 y fuente de poder.....	63
Figura 3.22 Conexión de los equipos.....	63
Figura 3.23 Ubicación de la antena en la torre	64
Figura 3.24 Equipos Airmux 200 ubicados en la bandeja del rack del cliente less-Cuenca.....	64
Figura 3.25 Ubicación de la antena en IESS Cuenca.....	65
Figura 3.26 Interfaz Radwin	67
Figura 3.27 Configuración de lado del nodo Radwin 2000	68
Figura 3.28 Configuración de Datos del enlace	69
Figura 3.29 Selección de frecuencia con niveles óptimos	69
Figura 3.30 Parámetros de antena y potencia de transmisión	70
Figura 3.31 Configuración del tráfico y rate	70
Figura 3.32 Configuración del enlace	71
Figura 3.33 Configuración del nodo Hitocruz.....	71
Figura 3.34 Configuración de IP	72
Figura 3.35 Datos del Equipo Radwin 2000(modelo, N° de serie).....	72
Figura 3.36 Configuración del nuevo enlace de lado del usuario IESS Cuenca	73
Figura 3.37 Configuración de IP	73

Figura 3.38 Datos del equipo en el cliente (modelo, N° de serie)	74
Figura 3.39 Resultados de los niveles del enlace	74
Figura 3.40 Datos del enlace	75
Figura 3.41 Datos del terreno	76
Figura 3.42 Línea de vista entre el nodo y el usuario.	76
Figura 3.43 Parámetros técnicos del radio enlace	77
Figura 3.44 Datos de línea de transmisión	77
Figura 3.45 Datos de la antena usada en el enlace	78
Figura 3.46 Graficas topológica del nuevo enlace.	78
Figura 3.47 Resultado técnico del nuevo enlace Hitocruz – IESS Cuenca..	79
Figura 3.48 Diagrama del enlace	80
Figura 3.49 equipos Poe	81
Figura 3.50 Prueba de laboratorio	81
Figura 3.51 Antenas Radwin 2000.....	82
Figura 3.52 Equipos Radwin 2000 usados en prueba de laboratorio.....	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Redes de acceso para diversos servicios de comunicación	24
Tabla 2.2 Estándares del IEEE 802.11	42
Tabla 2.3 Resumen de las estandarizaciones de 802.11	48
Tabla 3.1 Coordenadas de ubicación	50

RESUMEN

El presente trabajo de Titulación, tiene como tema principal presentar una propuesta de migración de tecnología Airmux 200 hacia Radwin 2000 del sistema de radioenlace de última milla del cliente less Cuenca y el nodo Hitocruz, con el objetivo principal de mitigar interferencias y problemas de capacidad del enlace, para así mejorar la calidad de servicio de datos (internet). Se reemplazará las radios Airmux 200 que da servicio al cliente less Cuenca por los equipos Radwin 2000, lo que brindará un sistema más robusto contra la saturación del espectro.

Se utilizó el software "Path loss" para obtener el estudio radioeléctrico del nuevo enlace, ya que es una herramienta de diseño de ruta completa para enlaces.

Debido al fácil acceso en la actualidad de la tecnología, con esta propuesta de los nuevos equipos es que brinden garantía de servicio, seguridad en la conexión y eficiencia. Existen ciertos equipos que se limitan a cierto rango de frecuencia, capacidad, potencia, distancia razón por la cual se enfoca en proponer una migración con tecnología RADWIN 2000 para futuros estudios comparativos con los AIRMUX 200

Palabras claves: RADIO ENLACE; REDES INALÁMBRICAS; IEE 802.11; INTERFERENCIA; DATOS; ÚLTIMA MILLA

ABSTRACT

The current research proposal, has the main objective of presenting a migration recommendation from the Airmux 200 tech, to the Radwin 2000 one, the former currently in use as the last-mile radio-link of the client IESS Cuenca and the node Hitocruz, with the objective of mitigating the interferences and issues of link capacity presented in order to improving the quality of the data services (Internet). We will replace the Airmux 200 radios, that give service to the IESS Cuenca client, for the Radwin 2000 equipments, wich will bring a more robust system against the spectrum saturation issues presented.

We used the "Path Loss" software, which is a complete route-path design tool for links, to obtain the radioelectric study of the new link to implement.

Due to the current-day easy access to technology, what we are set to achieve with this proposal of new equipments, is that they are set to provide a warranty of service, secure connections and efficiency. There are certain equipments on the market that are limited to only some range of frequency, capacity, potency or distance, this are the reasons why this proposal is focused on the of migration using the RADWIN 2000 tech, for future comparative studies with the AIRMUX 200 one.

Keywords: RADIO-LINK; WIRELESS NETWORKS; IEEE 802.11; INTERFERENCE; DATA; LAST-MILE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

En el mundo actual en el cual se ha procurado de que todas las personas estén conectadas mediante un medio de comunicación ya sea vía telefónica, datos (internet), etc., tienen una gran importancia para cada ser humano ya que muchas personas se les hace un poco complicado la visita al sitio para realizar una cita médica por las diferentes actividades que tiene cada persona por lo que gracias al servicio de datos (internet) que se le brinda a la institución del less Cuenca se va poder tener una comunicación de manera inmediata, eficaz y eficiente, todo sea para brindar un mejor servicio al cliente.

Los equipos Airumux 200 y los nuevos equipos Radwin 2000 que se van a utilizar para la propuesta de migración tienen tecnología inalámbrica del estándar 802.11, que permite la creación de redes de trabajo sin la necesidad de la utilización de cables. Los equipos Airumux 200 actualmente instaladas de lado del cliente less como de lado del nodo Hitocruz es utilizada para dispositivos con tecnología 802.11a alcanzando 54 Mbps en la banda de 5 GHz denominada UNI Infraestructura de Información Nacional sin Licencia) con modulación OFDM (Orthogonal Frequency División Multiplexing) que ayuda a minimizar las interferencias y aumenta el número de canales sin solapamiento, en cambio los equipos Radwin 2000 es utilizada para dispositivos con tecnología 802.11n ya que mejora el rendimiento de la red con un incremento significativo de la velocidad máxima de transmisión de hasta 600 Mbps en capa física puede trabajar en las bandas de frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz., también trabaja con tecnología MIMO (Multiple Input – Multiple Output) que permite utilizar varios canales a la vez para enviar y recibir datos gracias a la incorporación de 3 antenas, hace que el alcance del radio de las redes sea mucho mayor.

1.2 Antecedentes

Antes de establecer los nuevos sistemas de comunicación el ser humano utilizaba varias formas para poder comunicarse ya sea por señales o sonido con el fin de emitir cierto tipo de mensaje que el receptor pueda comprender y entender.

Podemos asegurar que es uno de los factores más importantes en el desarrollo de la civilización, ya que el ser humano siempre ha tenido la necesidad de poder comunicarse. En ambos casos la transmisión se realiza mediante ondas electromagnéticas, para el caso de los medios guiados estas ondas se conducen a través de cables a diferencia de los no guiados los cuales transmiten vía inalámbrica

En este trabajo de titulación se permitirá mitigar problemas de interferencia de frecuencia y capacidad del enlace de última milla de radio. El radio enlace como tecnología inalámbrica se utiliza para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física (Cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas ya que la transmisión y la recepción se realizan a través de puertos.

1.3 Definición del problema.

En el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de la ciudad de Cuenca se ha detectado interferencia dentro del espectro radioeléctrico asignado, lo cual degrada los servicios de datos (internet) dados por el proveedor; además la capacidad contratada del ancho de banda (4 Mbps) no satisface el requerimiento actual del cliente.

1.4 Justificación del problema

Este trabajo de titulación busca mostrar las ventajas técnicas y prácticas para realizar la migración a los equipos Radwin 2000, mediante el análisis de la situación de interferencias y capacidad que se presentan actualmente con los equipos Airmux 200.

Esta migración, requiere que el cliente se encuentre con un mejor servicio de datos (internet), es decir que no presente problemas de degradación y capacidad.

1.5 Objetivos del problema de investigación

1.5.1 Objetivo general

Proponer la migración de los equipos Radwin 2000 para mitigar los efectos de degradación de señal y los problemas de capacidad del enlace en las instalaciones del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de la ciudad de Cuenca y en el nodo Hitocruz.

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar pruebas de canal de frecuencia y ancho de banda del antiguo enlace (Airmux 200).
- Simular el radioenlace utilizando equipos Radwin 2000 respetando las normas técnicas para el establecimiento de comunicaciones por radiofrecuencia con el software PATH LOSS.
- Comprobar el funcionamiento de la comunicación realizando las pruebas correspondientes en el laboratorio.

1.6 Hipótesis o idea a defender.

Con los equipos Radwin 2000 se pretende dar solución a las interferencias en las frecuencias provocadas por equipos cercanos al nodo, y a la vez resolver el problema de capacidad de ancho de banda.

1.7 Metodología de investigación

El presente Trabajo de Titulación es una investigación descriptiva, explicativa y cuantitativa debido a que usaremos conocimientos y bases teóricas de los enlaces de Radio para proceder a realizar el proceso de migración a una nueva tecnología cuya transmisión de datos (internet) es utilizada por la agencia less localizado en la ciudad de Cuenca.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Redes

“Una red es un sistema de comunicaciones que permite que un número de dispositivos independientes se conecten entre sí” así lo estableció el comité IEEE802.(«IEEE»,2016)

Un sistema de comunicaciones es el conjunto de elementos que permiten transmitir información desde un punto a otro, donde la información fluirá desde un elemento de origen hasta uno o varios destinos.(Concejero et al., 2014)

Una red de comunicación es el conjunto de medios técnicos organizados para comunicar información entre los dispositivos, como la red de telefonía formada por todos los elementos que permiten realizar una comunicación telefónica (teléfonos móviles o fijos). (Concejero et al., 2014)

La arquitectura de una red (ver figura 2.1) se la define con un conjunto de capas y protocolo que pasaran a constituir el sistema de comunicación, donde cada capa o nivel es un consumidor de servicio ofrecidos por los niveles inferiores y proveedor de servicio del nivel superior. En cada capa se implementa a través de un conjunto de entidades. (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010)



Figura 2.1 Estructura de una red inalámbrica

Fuente: (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010)

2.1.1 Red de acceso

Las redes de acceso es el medio físico que une al usuario con el concentrador de la central o más conocido con proveedor de servicio (PSI) está conformado por los equipos que conectan al usuario a la red de telecomunicaciones por ejemplo: el bucle local que es la conexión física cableada entre el cliente y la empresa de telefonía.(Ing. Pignataro, Natalia, 2013)

Tabla 2.1 Redes de acceso para diversos servicios de comunicación

Servicio	Medio	Origen – Destino
Telefonía Fija	Par de Cobre	Central – Abonado
Datos	Fibra óptica	Central – Abonado
	Cobre	
Celular	Ondas Electromagnéticas	Radio base – controlador

Fuente: (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010)

En estas redes se definen las características de interfaz física entre los nodos y medios de transmisión, donde se abarcan aspectos de tipo de señales, velocidad de transmisión, etc.

2.1.2 Red de transporte

Las redes de transportes son las encargadas del envío y multicanalización de datos en diversos formatos: analógico y digital.

En los niveles de transporte se proporciona mecanismos de intercambios de información entre los sistemas finales o extremo a extremo, con funciones que permiten la comunicación dentro del enlace por ejemplo

PC y servidor web, para la comunicación entre ellos usa segmentos de comunicación denominados PDU. (Concejero et al., 2014)

2.1.3 Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas fueron creadas para facilitar la interconexión entre dos o más puntos, nodos o estaciones, a través de ondas electromagnéticas que circulan por el espacio libre, transportando la información de un lugar a otro, donde el intercambio de información se realiza mediante mecanismos de comunicación o protocolos, que crean reglas que facilitan el flujo de información entre los nodos. (APC, 2008)

La transmisión y la recepción se realizan a través de antenas, el emisor cuenta con un arreglo de antenas conformadas por dos hasta 4 antenas al igual que el receptor, además se puede hacer el uso de antenas intermedias para distancias cortas y repetidoras para kilómetros de distancias. (Gómez, 2011)

Mohammed El Yaagoubi (2012) asegura que las redes inalámbricas están diseñadas para operar en rangos de frecuencia de carácter libre, lo que da lugar a unos costos de uso mucho menores que las redes basadas en sistemas celulares, además representan un aumento en los posibles riesgos de seguridad de la red y la aparición de interferencias.

2.2 Medios de acceso

La comunicación entre dos o más puntos se realiza a través de un medio por donde fluye información hasta llegar a su destino, entre ellos están los siguientes medios de acceso:

2.2.1 Físico

2.2.2 Cable coaxial

Los cables coaxiales tienen un conductor central recubierto por un material no conductor denominado dieléctrico, o simplemente aislante. El dieléctrico se recubre con una pantalla conductora envolvente a menudo en

forma de malla. El dieléctrico evita una conexión eléctrica entre el conductor central y la pantalla. Finalmente, el coaxial está protegido por un recubrimiento generalmente de PVC. (Wireless Networking in the Developing World, 2013)

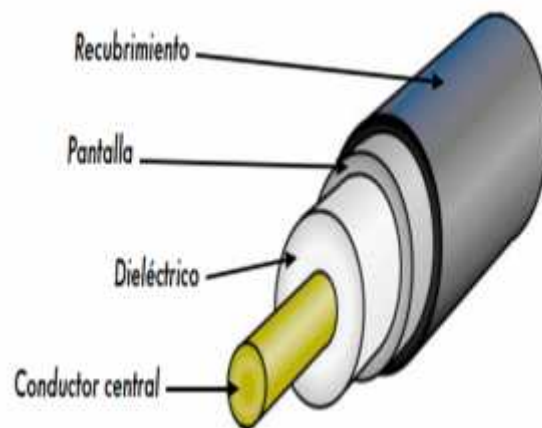


Figura 2.2 Cable coaxial con recubrimiento

Fuente: (Guimi, 2016)

Los cables coaxiales presentan una resistencia al flujo electrónico, disminuyendo la intensidad a medida que la señal viaja por el cable, este proceso es conocido como atenuación donde su unidad de medida es los decibeles por metro (dB/m).

Cuando un cable coaxial se utiliza como un conductor de frecuencias de radio, se lo denomina *línea de transmisión*, donde la máxima transferencia de energía entre la antena y el transmisor se da cuando todos los elementos tienen la misma impedancia, por ejemplo en equipos de transmisión inalámbricas de datos (Wifi), la impedancia es igual a 50 ohmios. Al colocar un cable con impedancia diferente a la del sistema, parte de la energía será reflejada hacia el transmisor provocando pérdidas adicionales, la mayoría de estas suceden dentro de un sistema de radio las cuales son producidas por los cables que se conectan al transmisor y receptor de las antenas, estas pérdidas dependen de la frecuencia de operación y el tipo de cable a utilizar. Se debe tomar en cuenta las pérdidas por conectores que como regla general considerando un rango de 0.3 a 0.5 dB por conector. (Delgado&Jaramillo, 2014). (Painii C., Katherine I., 2016)

2.2.3 Fibra óptica

La fibra óptica ofrece un ancho de banda ilimitado , actualmente es considerada como la solución para entregar un acceso de banda ancha a la última milla , donde habitualmente se encuentra los “cuellos de botellas” que provocan baja velocidad en el envío y recepción de información.

La estructura básica de una fibra se puede apreciar en la Figura 2.3, que se encuentra conformada por:

- Núcleo: medio por donde viaja un haz de luz, fabricado en SiO_2 y GeO_2 .
- Revestimiento: Encargado de aislar el núcleo con un índice de refracción ligeramente menor.
- Cubierta: protege a la fibra para evitar interferencias con otras fibras adyacentes y a la vez proporciona protección al núcleo.



Figura 2.3 Fibra óptica

Fuente: (slideshare,2014)

2.2.4 Inalámbrico

2.2.4.1 Microonda

Las microondas se encuentran entre los 300 MHz y los 3 GHz trabajando en las bandas de ultra frecuencia (UHF).para establecer un enlace punto a punto o punto a multipunto, utilizando un haz radioeléctrico

como se ve en la Figura 2.4 (Antonio Romualdo Pelaez Jimenez & Omar Serrano Paz, 2013)

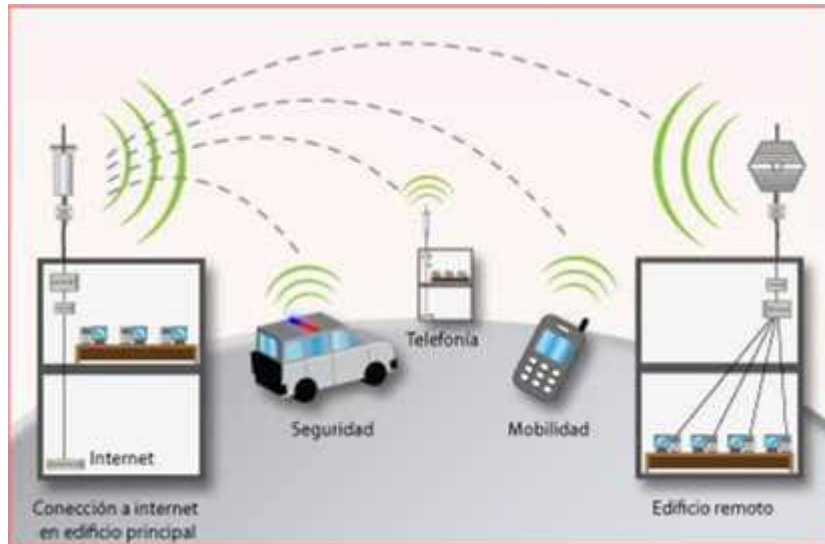


Figura 2.4 Microonda

Fuente: (gobiernoti, 2016)

Los enlaces de microonda permiten una conexión hasta una distancia de 25 kilómetros entre los dos puntos con equipos microondas que trabajan entre 2 y 6 GHz se puede tener una distancia entre los 30 y 50 kilómetros. (Peláez Jiménez, Antonio Romualdo & Serrano Paz, Omar, 2013)

En los enlaces microondas comúnmente se utilizan antenas parabólicas con diámetro de 3 metros, la cual es fijada firmemente a la torre a una altura considerable sobre el nivel del mar para la trasmisión de un haz estrecho que debe tener línea de vista con la antena receptora. La distancia entre las dos antenas puede exceder los 150 Km si no se posee obstáculos intermedios. (Peláez Jiménez, Antonio Romualdo & Serrano Paz, Omar, 2013)

2.3 Frecuencia

Es la magnitud que mide el número de veces que una señal se repiten una unidad de tiempo y su unidad es el Hz. (Cangá, 2011)

2.4 Radio enlace

Radio enlace se denomina a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas.

Gallegos López, Fabian Marcelo & Pullas Rea, Gustavo Adolfo (2010) define a un radio enlace del servicio fijo, como un sistema de comunicación entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, los que proporcionan una capacidad de información con características de calidad y disponibilidad determinadas. Estos enlaces se encuentran entre los 800 MHz Y 42 GHz.

Los radioenlaces tienen comunicación de tipo dúplex, es decir se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción de las señales se lo define radio canal. (Gallegos López, Fabián Marcelo & Pullas Rea, Gustavo Adolfo, 2010)

Un ejemplo de radio enlace se da entre dos antenas de microondas que situadas a una altura de 100m no permiten la transmisión de información entre ellas a una distancia aproximada de 82 km , tomando en cuenta que las condiciones del terreno y topografía son las más eficientes caso contrario la distancia puede disminuir. (Peláez Jiménez, Antonio Romualdo & Serrano Paz, Omar, 2013)

El uso de repetidoras permiten incrementar la distancia que cubre el enlace, amplificando y re direccionando la señal .hay que tomar en cuenta que las señales de microondas se distorsionan y atenúan a medida que viaja desde el trasmisor hacia el receptor provocando una pérdida de potencia producto a la distancia, reflexión y refracción que hay en el medio, además de las perdidas atmosférica. (Peláez Jiménez, Antonio Romualdo & Serrano Paz, Omar, 2013)

Los radios enlaces de microonda se realizan solo si existe una vista del receptor, proveen conectividad de una manera sencilla y práctica entre dos o más sitios. La línea de visión (LOS) implica que la antena en un extremo del

radio enlace debe poder ver la antena del otro extremo. (Gallegos López, Fabián Marcelo & Pullas Rea, Gustavo Adolfo, 2010)

Perdidas de ganancias en un radio enlace

Las antenas juegan un papel importante a la hora de realizar un radio enlace, donde el parámetro de la ganancia se ven afectados por las siguientes causas

- Spill over : la potencia incidente es irradiada en todas las direcciones por el borde de la parábola (90% de rendimiento).
- El iluminador tiene un diagrama de emisión que abarca más que la superficie de la antena dando un 70% de rendimiento.
- La rugosidad del reflector produce una diferencia de fase en las ondas reflejadas dando un rendimiento del 93 %.
- El iluminador absorbe parte de la energía reflejada en la parábola porque obstruye el camino provocando un rendimiento de 95%.

Otros parámetros que afectan la pérdida de ganancia son la diferencia de fase provocadas cuando el iluminador no exactamente en el foco de la parábola y el material de la antena que absorbe la energía a no ser un conductor ideal.

2.5 Enlace punto a punto

Estos enlaces son usados para conectarse a Internet en lugares donde el acceso no está disponible de otra forma. Un extremo del enlace punto a punto estará conectado al servicio de Internet, mientras que el otro utiliza el enlace para acceder al mismo. Es decir un edificio puede tener una conexión Frame Relay o una conexión VSAT dentro de un perímetro hacia otro edificio, pero difícilmente podrá justificar otra conexión de la misma índole a un edificio muy importante. Si el edificio principal tiene una línea de vista libre de obstáculos hacia el lugar remoto, se puede utilizar una conexión punto a punto para unirlos. Ésta puede complementar o incluso remplazar enlaces discados existentes. Con antenas apropiadas y existiendo línea vista

entre los sitios, se pueden hacer enlaces punto a punto seguros de más de treinta kilómetros. (Flickenger, 2013)

En la figura 2.5 se muestra un enlace punto a punto

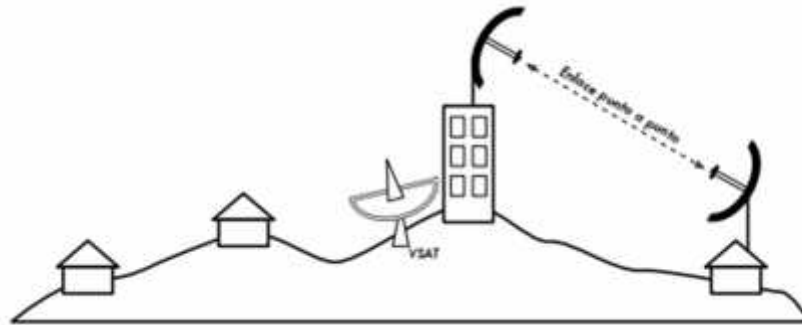


Figura 2.5: Un enlace punto a punto le permite a un lugar remoto compartir una conexión central a Internet.

Fuente: (Flickenger, 2013)

2.6 Enlace punto a multipunto

Los enlaces punto a multipunto son comúnmente localizados en diferentes sitios de un entorno, cuando se tiene múltiples nodos interactuando en una red con un punto de acceso central se entiende que se está en existencia de una red punto a multipunto. Un ejemplo común de este tipo de red es el del punto de acceso inalámbrico que les da conexión a múltiples equipos inalámbricos. Cumpliendo con la norma de estar dentro del alcance del punto de acceso para poder utilizar la red.

Este tipo de enlaces pueden ser utilizados en sitios donde no hay línea de vista entre ellos a causa de cimas, colinas o cerros, por cuya razón se puede implementar, instalando una antena que se vea visible entre todos los edificios que se encuentran alejados, este es uno de los fines clásicos de conexión punto, sitio alejado en alguna colina o cerro a multipunto, algunos edificios apuntando con línea de vista hacia la antena en áreas extensas. (Flickenger, 2013)

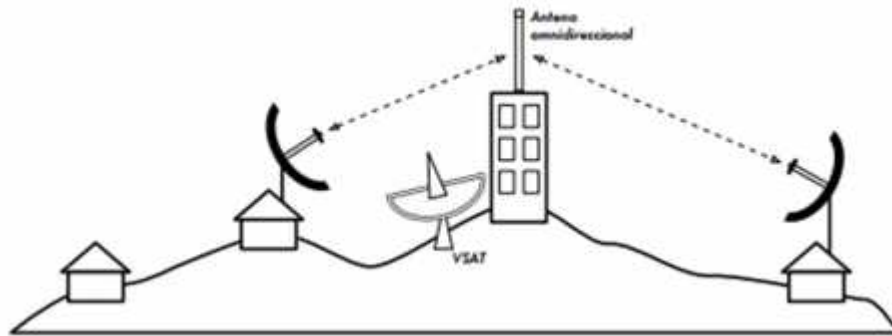


Figura 2.6 La conexión VSAT central es compartida por múltiples sitios remotos. Estos tres lugares también pueden comunicarse directamente a velocidades mucho más rápidas que las ofrecidas por VSAT

Fuente: (Flickenger, 2013)

2.7 Enlace multipunto a multipunto

Este tipo de diseño de red multipunto a multipunto es también denominado red Ad-hoc o de malla mesh, puesto que no son dependiente de algún equipo concentrador, ya que cada nodo de la red transporta el tráfico a otros tantos nodos como sean necesarios, comunicándose directamente entre sí.

Una de las características de este diseño de red es que son autorreparable, es decir detectan automáticamente problemas de enrutamiento y los corrigen, esta red se puede extender agregando más nodos y así compartir las aplicaciones especialmente el internet por todos los clientes, con la desventaja que aumenta la complejidad en la administración y adicionalmente se disminuye el rendimiento, otro inconveniente que se pudiera tener con esta topología de red es la potencialidad que habría que considerar con respecto a la seguridad, ya que todos los clientes que utilizan la red pueden potencialmente transportar el tráfico de los demás.

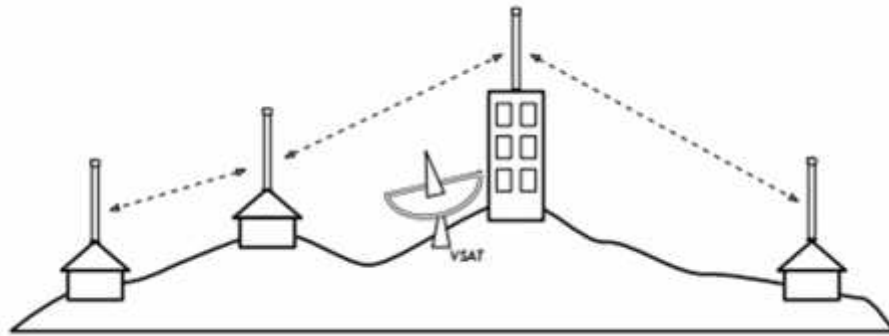


Figura 2.7 Una red en malla (mesh) multipunto a multipunto. Cada punto puede acceder a otro a gran velocidad, o utilizar la conexión central VSAT para acceder a Internet.

Fuente: (Flickenger, 2013)

2.8 Antenas

Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham (2014) definen a las antenas como dispositivos para radiar o detectar ondas electromagnéticas, si la antena envía las ondas se la denomina como antena transmisora pero si se busca captar esta se la llama antena receptora para permitir la propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio libre, las antenas se encuentran compuestas de elementos conductores que realizan la función de acoplamiento entre la línea de transmisión y el espacio libre. La dimensión de una antena varía dependiendo de la longitud de onda que se desea emitir o recibir, por lo que a mayor frecuencia se tiene las antenas de menor dimensión y a menor frecuencia se tiene antenas de mayor dimensión

2.8.1 Patrón de radiación

Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham (2014) define al patrón de radiación de una antena como la energía que irradia el dispositivo, vista desde una gráfica tridimensional existen dos formas de representar este patrón, ya sea a través de un patrón de elevación o de azimuth.

El patrón de elevación representa la energía irradiada con una vista de perfil, en cambio el patrón de azimuth representa la energía irradiada con una vista desde arriba como se puede ver en la figura 2.8

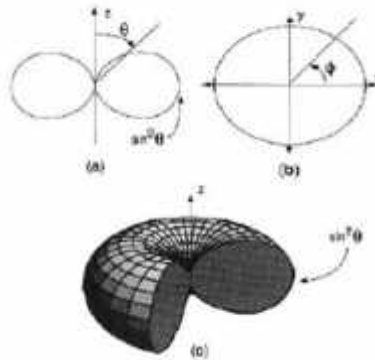


Figura 2.8 Patrón de radiación de una antena. a) Patrón de elevación b) Patrón de azimuth c) Patrón de radiación 3D

Fuente: (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

2.8.2 Ancho de Banda

El ancho de banda es un intervalo de frecuencias en el cual la antena puede operar de manera correcta. Normalmente este valor corresponde a la diferencia entre las frecuencias máximas y mínima de operación. (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

2.8.3 Directividad

Es la capacidad que posee la antena, para poder concentrar su valor máximo de radiación en una dirección establecida. Por ejemplo si una antena irradia de la misma manera en todas las direcciones, se considera una direccionalidad de cero. (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

2.8.4 Ganancia de una antena

La ITU define la ganancia de una antena como “la relación generalmente expresada en decibelios, que debe existir entre la potencia necesaria a la entrada de una antena de referencia sin pérdidas y la potencia suministrada a la entrada de la antena en cuestión, para que ambas antenas

produzcan en una dirección dada, la misma intensidad de campo, o la misma densidad de flujo de potencia, a la misma distancia”. (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

2.8.5 Impedancia de entrada

María Belén Delgado Corozo & Abraham Jaramillo Garófalo (2014) definen la impedancia de la antena como la relación que existe entre el voltaje y la corriente en los terminales de una antena que representa la oposición de la antena a radiar en el espacio libre como se puede ver en la Figura 2.9.

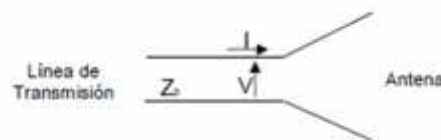


Figura 2.9 Impedancia de entrada de una antena

Fuente: (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

2.8.6 Ancho de haz de media potencia

María Belén Delgado Corozo & Abraham Jaramillo Garófalo (2014) lo definen como el ángulo de separación donde la densidad de potencia radiada es equivalente a la mitad de la máxima como se puede ver en la Figura 2.10

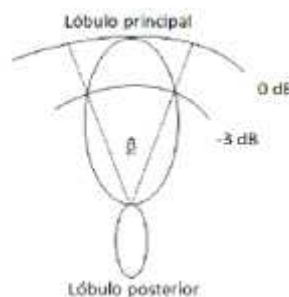


Figura 2.10 Haz de una antena

Fuente: (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

2.8.7 Polarización

Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham (2014) relaciona la polarización de una antena con la orientación del campo eléctrico que esta irradia, donde las antenas pueden polarizarse de forma lineal, circular o elíptica como se puede ver en la Figura 2.11.

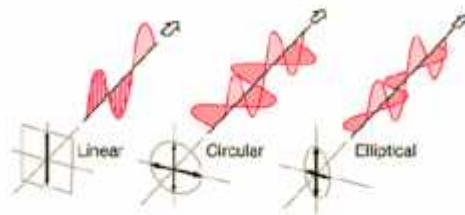


Figura 2.11 Tipos de polarización

Fuente: (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

2.8.8 Eficiencia

La eficiencia está relacionada con la potencia que irradia y la potencia que recibe la antena, por lo que una antena con alta eficiencia irradia la mayor parte de su energía de entrada y una con baja eficiencia tiende a producir mayores pérdidas de potencia. (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

2.8.9 Tipos de antenas

Las antenas usadas para enlace de microonda se caracterizan por ser altamente directivas, de las cuales se puede mencionar las antenas parabólicas, usadas para radioenlaces de microonda terrestre punto a punto. Por lo general las antenas usadas para enlaces microondas se sitúan en el rango de frecuencias de 2 a 18 GHz dado a las características de propagación en la atmosfera. En la Figura 2.12 se puede notar que para el rango de frecuencias comprendido entre 1 y 5 GHz la atenuación debida a la

absorción atmosférica es nula. La presencia de lluvias también afecta absorbiendo y dispersando las microondas, pero su efecto es muy reducido por debajo de los 10 GHz (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

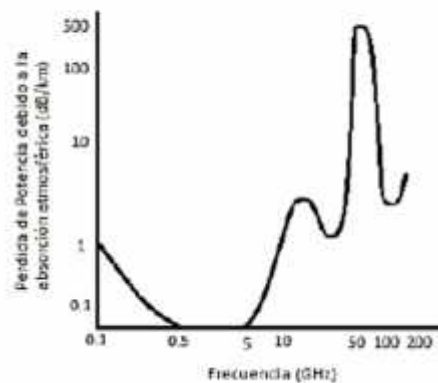


Figura 2.12 Propagación de microondas en la atmosfera

Fuente: (Delgado Corozo, María Belén & Jaramillo Garófalo, Abraham, 2014)

2.9 Canal de radio

Con el fin de poder ordenar y optimizar el uso del espectro y las bandas de radio. Las bandas VHF, UHF, SHF se subdividen en bandas más pequeñas para asignarlas a servicios concretos, y que a su vez se subdividen en canales, a los que se asigna un rango concreto de frecuencias, (ancho de banda del canal) y el uso del mismo.

Los modos de explotación de las bandas pueden ser:

- Simplex
- Dúplex
- Semi dúplex (Canga, Ruben, 2011)

2.10 Línea de vista

En las redes inalámbricas la Línea de Vista se refiere a la zona libre de obstrucciones para que la señal transmitida pueda viajar sin problema alguno

hacia el equipo receptor el cual es un parámetro muy importante puesto que una Línea de Vista obstruida generaría que el enlace no funcione de una forma correcta o que no se logren (ver Figura 2.13).

Existen varias condiciones que pueden afectar nuestra Línea de Vista:

- Orografía del lugar (lomas, montañas, desniveles, etc.).
- Vegetación (árboles, arbustos, etc.).
- Construcciones (edificios, casas, antenas, espectaculares, etc.).
- Torres de alta tensión.
- Curvatura de la tierra.

En general, se necesita tener una línea de vista (óptica), cuya distancia máxima está limitada por la curvatura de la Tierra. Adicionalmente, es necesario un “poco de espacio alrededor”, definido por las Zonas de Fresnel. (Coimbra G., Edison, 2010)

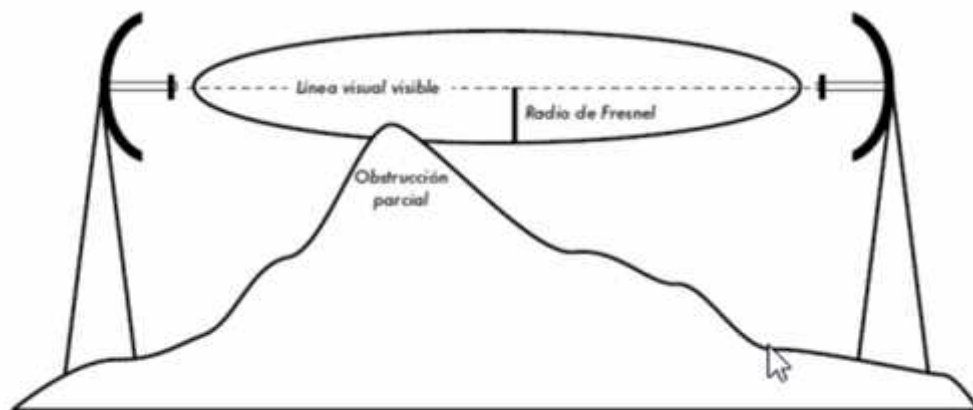


Figura 2.13 Línea de vista

Fuente: (Coimbra G., Edison, 2010)

2.11 Interferencia

La interferencia entre ondas de radio se da cuando dos o más ondas se superponen de manera que el sistema de comunicación se degrada, existe

una de sumatoria lineal entre las ondas de radio que coinciden en el tiempo y espacio.(Morocho, 2012)

En las radiocomunicaciones el termino interferencia se usa en el sentido de perturbaciones a la comunicación por señales provenientes de fuentes ajenas al sistema, como canales con frecuencias adyacentes. La interferencia es una de las mayores dificultades que se debe enfrentar en un sistema de radiocomunicación sobretodo en ambientes urbanos en donde las múltiples señales provenientes de diferentes servicios de comunicación compiten por la utilización del espectro. (Morocho, 2012)

2.12 Tipos de interferencia.

2.12.1 Térmico o ruido blanco

El ruido térmico se encuentra presente en el medio debido a la agitación térmica producida por los electrones que lo componen, se produce en todos los dispositivos electrónicos y medios de trasmisión.(Alonso & Vvaa, 2013)

2.12.2 Diafonía

Se produce por el acoplamiento no deseado de las 2 líneas de trasmisión distintas, o cuando se acoplan dos pares de cables eléctricamente. Además se producen en antenas de microondas o líneas coaxial.(Alonso & Vvaa, 2013)

2.12.3 Ruido de intermodulación

Se producen entre señales de diferentes frecuencias que comparten el mismo medio de trasmisión por la deficiencia del sistema , lo que provoca una nueva señal donde se suma , diferencia o se multiplica las frecuencias respecto a la original , provocando interferencia.(Alonso & Vvaa, 2013)

2.12.4 Ruido Impulsivo

Son provocadas por impulsos o picos irregulares de corta duración y de amplitud relativamente grande, debido a descargas atmosféricas o

electromagnéticas en los sistemas de comunicación o alimentación de los equipos. No tiene un efecto negativo en transmisiones análogas pero son fuentes de error en las comunicaciones digitales. (Alonso & Vvaa, 2013)

2.13 Atenuación

Atenuación es la disminución de la amplitud de la señal en función de la distancia recorridas por el medio. En medios guiados su comportamiento es logarítmico y se expresa en decibeles (dBm) y en medios no guiados la atenuación es en función a la distancia y las condiciones atmosféricas. (Alonso & Vvaa, 2013)

La atenuación también se basa en función de la frecuencia de la señal que se transmite, haciéndose más importante cuando esta es mayor ya que las señales no son sinusoides puras, la propagación de la misma produce efectos distintos sobre los armónicos de la señal, en especial para los armónicos más altos. (Alonso & Vvaa, 2013)

2.14 Redes LAN

La organización de Estándares IEEE proporciona una definición oficial del concepto de Red de Área Local del siguiente modo:

“Una red de área local se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones están normalmente confinadas a una área geográfica limitada tal como un edificio de oficina, un almacén o campus, utilizando un canal de comunicación de velocidad moderado o alta y una tasa de error baja.

Las redes de área local se organizan con un conjunto de protocolos de comunicación lógicos que permiten la interconexión entre dispositivos en un área privada o restringida, además posee las siguientes características:

- Restricción Geográfica: son usadas en oficinas, edificio, campus universitario.
- Velocidad de transmisión: relativamente elevada.

- Fiabilidad en transmisiones: tasa de error debe ser muy baja.
(Domingo, Abad, 2013)

Las redes de área local (Local Área Network) son redes de ordenadores cuya extensión es del orden de entre 10 metros a 1 kilómetro. Son redes pequeñas, habituales en oficinas, colegios y empresas pequeñas, que generalmente usan la tecnología de broadcast. (Quiñonez, Mayolo, 2012)

En la actualidad las empresas emplean una conexión a internet sin conexión física, utilizando redes inalámbricas como se ve en la Figura 2.14, donde se conecta una antena apropiada al circuito permitiendo que las ondas electromagnéticas puedan ser difundidas de manera eficiente para ser captadas por el receptor a cierta distancia. A esta técnica se la conoce como redes LAN inalámbricas (WLAN). (Alonso & Vvaa, 2013)



Figura 2.14 Redes inalámbricas LAN

Elaborado por: ESPOL,(2016)

2.14.1 WLAN

Esta tecnología es conocida como IEEE 802.11 donde se define la modalidad de interconexión entre estaciones utilizando el aire como medio de propagación, lo que constituye hoy uno de los estándares de mayor interés para la evolución de las tecnologías de interconexión en área local, gracias a su peculiaridad de no necesitar cableado alguno en el área geográfica cubierta.(«IEEE», 2016)

En la Tabla 2.2 se puede observar algunos estándares más utilizados para las redes inalámbricas LAN, con la frecuencia de operación y la técnica de modulación empleada

Tabla 2.2 Estándares del IEEE 802.11

Estándar	Data Rate [Mbps]	Frecuencia	Modulación
802.11	1,2	2.4 GHz	FHSS, DSSS, IR
802.11a	6,9,12,18,24,36,48,54	5GHz	OFDM
802.11b	1,2,5.5,11	2.4 GHz	HR-DSSS
802.g	6,12,24,36,48,54	2.4 GHz	OFDM
802.11n	Aprox 100Mbps		

Fuente:(IEEE, 2016)

2.14.2 Protocolos de redes inalámbricas de área local

Para las redes inalámbricas LAN (WLAN) se realizó una estandarización denominada IEEE 802.11 la cual tiene una subcategorización de acuerdo a la aplicación y el uso de frecuencia de operación que se cita a continuación:

2.14.2.1 IEEE 802.11a

Estandarizado por el IEEE en julio de 1999 pero no llega a comercializarse hasta mediados del 2002, alcanzando 54Mbps en la banda de 5 GHz denominada UNII (Infraestructura de Información Nacional sin Licencia) con modulación OFDM (Orthogonal Frequency División Multiplexing) que ayuda a minimizar las interferencias y aumenta el número de canales sin solapamiento. Una desventaja es que limita el radio de alcance a 50 m debido a un mayor índice de absorción, lo que implica instalar más puntos de acceso para cubrir la misma superficie que si se utilizase 802.11b. Esta norma no es compatible con los productos de 802.11b, ya que no utilizan el mismo rango de frecuencias. 11b (Mohammed El Yaagoubi, 2012)

2.14.2.2 IEEE - 802.11b

Utiliza la banda de frecuencias de 2,4GHz con una velocidad máxima de transmisión de 11Mbps. Los productos de este estándar aparecieron en el mercado muy rápido debido a que es una extensión directa de la técnica de modulación DSSS definida en el estándar original. Por lo tanto los chips y productos fueron fácilmente actualizados para soportar las mejoras del 802.11b. El rápido incremento en el uso del 802.11b junto con sustanciales reducciones de precios causó una rápida aceptación del 802.11b como la tecnología WLAN definitiva. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.3 IEEE 802.11c

La revisión 802.11c fue aprobada en 1998. Especifica métodos para la conmutación inalámbrica, es decir, métodos para conectar diferentes tipos de redes mediante redes inalámbricas. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.4 IEEE 802.11d

La revisión 802.11d fue aprobada en 2001. También conocido como “Método Mundial” está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.5 IEEE 802.11e

La revisión 802.11e fue aprobada en 2005. Define los mecanismos utilizados en una WLAN para proporcionar QoS a aplicaciones en tiempo real como voz y video. Para proporcionar soporte QoS se introduce una tercera función de coordinación, llamada HCF (Hybrid Coordination Function), que incorpora dos nuevos mecanismos de acceso al canal: EDCA (Enhanced Distributed Channel Access) y HCCA (HCF Controlled Channel Access). (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.6 IEEE 802.11f

La recomendación 802.11f fue aprobada en el año 2000 y va dirigida a proveedores de puntos de acceso. Utiliza el protocolo IAPP que le permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red. En definitiva permite que los productos sean más compatibles (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.7 IEEE - 802.11g

Compatible con los productos 802.11b y utilizando la misma frecuencia de trabajo, puede alcanzar velocidades de hasta 54 Mbps soportando modulaciones DSSS y OFDM, consiguiendo las mismas características de propagación que el estándar 802.11b y manteniendo la fiabilidad de transmisión con la reducción de la tasa de transmisión. Los equipos que adoptan la especificación 802.11g llegaron al mercado antes de la publicación oficial del estándar. Esto se debió en parte a que los equipos ya fabricados para el estándar 802.11b se podrían adaptar para trabajar sobre el nuevo 802.11g. A partir del año 2005, la mayoría de los equipos comercializados en el mercado de redes inalámbricas siguen la revisión 802.11g aportando una compatibilidad hacia 802.11b (Mohammed El Yaagoubi, 2012)

2.14.2.8 IEEE 802.11h

La revisión 802.11h fue aprobada en 2003. Aparece como una modificación del estándar 802.11a para resolver problemas derivados de este tipo de redes con sistemas de radares y satélites debido a que la banda 5GHz era la utilizada por estos sistemas en el ámbito militar. Este protocolo proporciona a las redes 802.11a la capacidad de gestionar dinámicamente la frecuencia y la potencia de transmisión mediante:

- DFS (Dynamic Frequency Selection): permite evitar interferencias co-canal con sistemas de radar y asegurar una utilización uniforme de los canales disponibles.

- TPC (Transmitter Power Control): permite asegurar que se respetan las limitaciones de potencia transmitida que puede haber para diferentes canales en una determinada región, de manera que se minimiza la interferencia con sistemas de satélite (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.9 IEEE 802.11i

La revisión 802.11i fue aprobada en 2004. Surgió con el fin de resolver los problemas de seguridad que comprometieron en su momento las WLAN. Integra todo lo que el mundo de la seguridad ofrece. Esto incluye la autenticación IEEE 802.1x con Protocolo de Integridad de claves Temporales (TKIP), Protocolo de Autenticación Extendido (EAP), RADIUS, Kerberos y encriptación basada en el algoritmo AES.

2.14.2.10 IEEE 802.11j

La revisión 802.11j fue aprobada en 2002 y hace referencia a lo mismo que la 802.11h pero en Japón. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.11 IEEE 802.11k

La revisión 802.11k fue aprobada en 2003. Permite a los conmutadores y puntos de acceso inalámbricos calcular y valorar los recursos de radiofrecuencia de los clientes de una red WLAN, mejorando así su gestión. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.12 IEEE - 802.11n

El estándar 802.11n fue ratificado por el IEEE en el año 2009. Mejora significativamente el rendimiento de la red con un incremento significativo de la velocidad máxima de transmisión de hasta 600Mbps en capa física. Puede trabajar en las bandas de frecuencia 2,4GHZ y 5GHz, lo que lo hace compatible con los dispositivos basados en estándares anteriores. La incorporación también de la tecnología MIMO (Multiple Input – Multiple Output) que permite utilizar varios canales a la vez para enviar y recibir datos

gracias a la incorporación de 3 antenas, hace que el alcance del radio de las redes sea mucho mayor. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.13 IEEE 802.11p

Fue publicada en 2010. Este estándar opera en el espectro de frecuencias de 5,90GHz y 6,20GHz. Especialmente indicado para automóviles, será la base de la tecnología DSRC (Dedicated Short Range Communications) que permitirá el intercambio de datos entre vehículos y entre automóviles e infraestructuras en carretera. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.14 IEEE 802.11r

Publicado en 2010, también se conoce como Fast Basic Service Set Transition, y su principal característica es permitir a la red que establezca los protocolos de seguridad que identifican a un dispositivo en el nuevo punto de acceso antes de que abandone el actual. Esta función permite que la transición entre nodos se demore menos de 50 milisegundos. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.15 IEEE 802.11s

Publicado en 2010 se trata de una serie de protocolos mediante los cuales se pueden crear redes inalámbricas malladas con el objetivo de que sean auto gestionables. Los dispositivos de dichas redes tienen la inteligencia suficiente como para ir creando ellos mismos las rutas de manera dinámica optimizando el tráfico de información y evitando fallos en la conectividad en caso de que determinados nodos de la red se desconectasen. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.16 IEEE 802.11u

No concluido todavía, el estándar 802.11u permitirá a los dispositivos inalámbricos encontrar, seleccionar y conectarse automáticamente a WLANs preferidas. Su funcionamiento consiste en habilitar a los dispositivos para

buscar redes, recabar información de éstas y en base a políticas establecidas por el usuario (o el proveedor) priorizar y administrar la conexión. De este modo se asegura que el dispositivo esté siempre conectado a la mejor red posible, teniendo así siempre la mejor calidad de conexión, mayor ancho de banda y el menor coste. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.17 IEEE 802.11v

Publicado en 2011 el IEEE 802.11v permite la configuración remota de los dispositivos cliente. Esto permitirá una gestión de las estaciones de forma centralizada (similar a una red celular) o distribuida, a través de un mecanismo de capa 2. Esto incluye, por ejemplo, la capacidad de la red para supervisar, configurar y actualizar las estaciones cliente. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.2.18 IEEE 802.11w

Todavía no concluido. Este estándar trata de mejorar la capa del control de acceso del medio de IEEE 802.11 para aumentar la seguridad de los protocolos de autenticación y codificación. Intenta extender la protección que aporta el estándar 802.11i más allá de los datos hasta las tramas de gestión, responsables de las principales operaciones de una red. Estas extensiones tendrán interacciones con IEEE 802.11r e IEEE 802.11u. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

Un resumen de las características de las estandarizaciones de 802.11 se puede apreciar en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Resumen de las estandarizaciones de 802.11

Estándar	Características
802.11a	Operando en 5GHz ISM band con data rate de más de 54Mbps
802.11b	Operando en 2.4 GHz ISM band con data rate de más de 11 Mbps
802.11e	QoS y Prioridades
802.11f	Handover
802.11g	Operando en 2.4 GHz ISM band con data rate de más de 54 Mbps
802.11h	Control de potencia
802.11i	Autenticación y encriptación
802.11j	Interworking
802.11k	Informe de medidas
802.11n	Operando en 2.4 and 5 GHz ISM bands con data rate de más de 600 Mbps
802.11s	Redes Mesh
802.11ac	Operando en 6 GHz con un máximo data rate de 1 Gbps para operaciones multi-estación y 500 Mbps para un único enlace
802.11ad	Muy alto throughput a frecuencias mayores de 60 GHz
802.11af	Wi-Fi en el espacio Tv, White spaces (se suele llamar White-Fi)

Fuente: (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.3 Canales y frecuencias en el estándar 802.11a

El estándar 802.11a utiliza la banda de 5GHz, la cual se definen 23 canales utilizables por los equipos inalámbricos, que se pueden configurar de acuerdo a las necesidades. Sin embargo, los 23 canales no son completamente independientes, los canales contiguos se superponen y se producen interferencias, así que en la práctica es aconsejable usar 12 (canales no superpuestos) de forma simultánea. (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

Este concepto también aplica para el estándar 802.11n si opera en esta banda; este protocolo es utilizado en los equipos Radwin 2000 y protocolo 802.11a en los equipos Airmux 200.

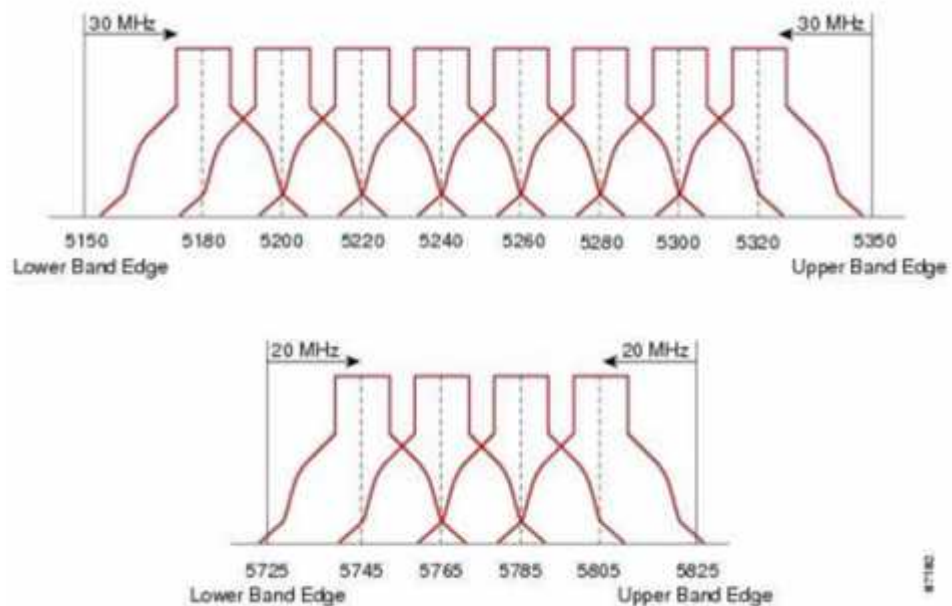


Figura 2.15 Canales y frecuencias 802.11a/n
Fuente: (Luaces Novoa, José Manuel 2013)

2.14.4 Ventajas WLAN

Una WLAN tiene muchas ventajas pero también inconvenientes

- ;Al ser aéreo el medio de transmisión y, por tanto abierto a cualquier dispositivo que se encuentre en las cercanías, las redes inalámbricas exponen una mayor superficie de ataque, lo que brinda más posibilidades a los crackers
- Como el canal de transmisión es compartido por todas las estaciones, los sistemas inalámbricos tienen que multiplexar las señales de transmisión repartiendo el ancho de banda del canal entre todas las estaciones inalámbricas, lo que frecuentemente produce situaciones de congestión
- La seguridad es siempre importante en toda comunicación, pero cobra un especial relieve en las redes inalámbricas. Esto, a veces, complica las instalaciones, reduciendo la gran ventaja que tienen de no tener que instalar cables para conectar en red los equipos.

CAPÍTULO 3. ANALISIS Y PROPUESTA DE MIGRACIÓN DE LOS EQUIPOS RADWIN 2000

El enlace entre el cliente IESS de la ciudad de Cuenca y el nodo Hitocruz proveedor del servicio de datos (internet), presenta interferencia de frecuencias adyacentes ocasionados por otros equipos cercanos al nodo, lo que no permite que la conexión del enlace sea muy satisfactoria, por lo tanto se busca dar una solución para que el usuario IESS Cuenca no tenga problemas de última milla. Adicional presenta problema de capacidad del enlace, para ello se hace el siguiente levantamiento de información:

3.1 Coordenadas del nodo Hitocruz y usuario

En la Tabla 3.1 se puede observar las coordenadas de ubicación del nodo Hito cruz y el usuario IESS Cuenca

Tabla 3.1 Coordenadas de ubicación

Sitios	Nodo Hitocruz	less Cuenca
Latitud	02 55 50.60 S	02 53 48.28 S
Longitud	078 59 51.30 W	079 00 06.85 W

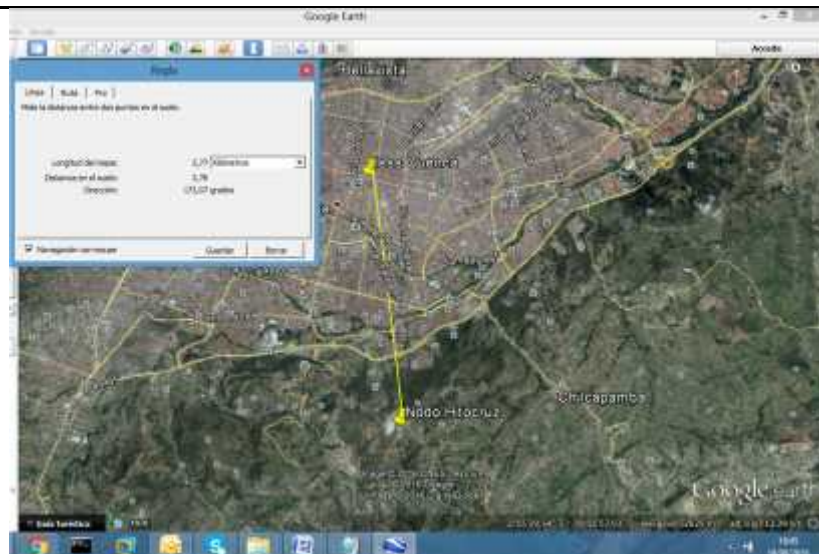


Figura 3.1 Ubicación de cliente y del nodo en Google Eath
Elaborado por: La autora

3.2 Descripción de los equipos Airmux 200 ubicados en el cliente less y en el nodo Hitocruz (características)

3.2.1 Antena airmux 200

La banda ancha inalámbrica que brinda Airmux 200 (ver Figura 3.2) de RAD proporcionan un desempeño de Clase Carrier A a un precio muy competitivo del mercado, con tecnología vanguardista que lo ubica dentro de los equipos mayormente usados para radio enlace.



Figura 3.2 Airmux 200

Elaborado por: Rad

3.2.2 Características principales de Airmux 200

Los equipos Airmux presentan las siguientes características dadas por el proveedor:

- TDM y Ethernet nativos sobre un sólo enlace inalámbrico
- Hasta 18 Mbps de rendimiento dúplex neto
- Alcance operacional de hasta 80 km/50 millas
- Soporta una variedad de frecuencias: 4,9-6,0 GHz
- Disponible en arquitecturas punto a punto y múltiple punto a punto
- Gestión de red local y remota

3.3 Configuración de los equipos Airmux 200, pruebas de interferencia y capacidad del enlace.

Al conectarnos a revisar la ultima milla del usuario se puede observar en la pantalla principal (ver Figura 3.3) que los niveles del enlace no son los óptimos. Además el cliente necesita un mejor ancho de banda por lo que se realiza la propuesta de migrar a equipos Radwin 2000 que son más robustos y que tienen capacidad de hasta 200 Mbps y un ancho de canal de banda de 40 MHz en esta pantalla se visualiza que solo esta transmitiendo los 4 Mbps

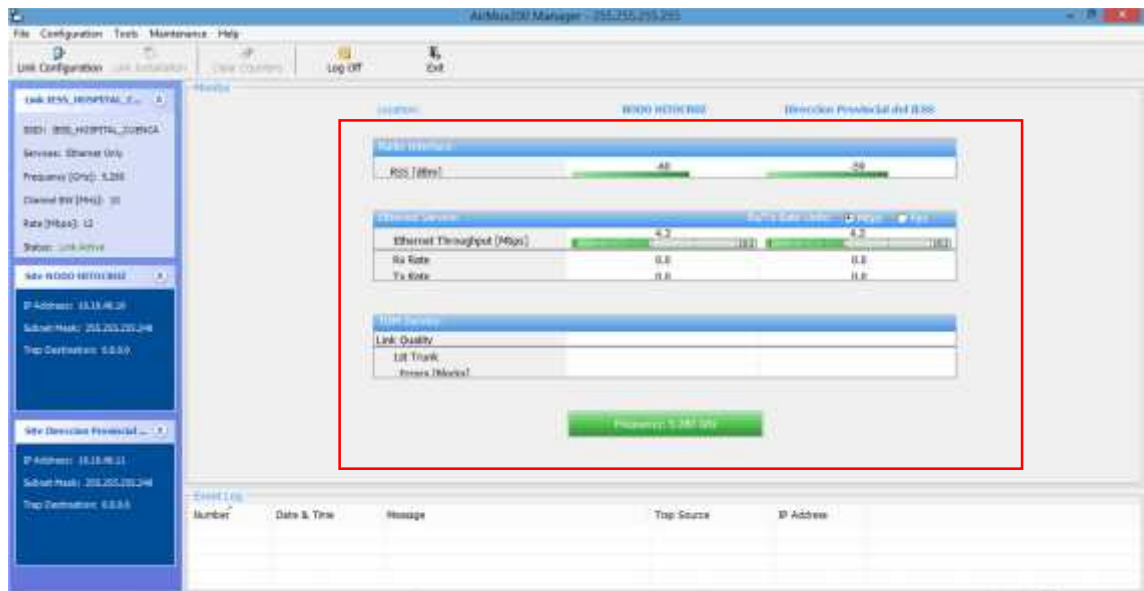


Figura 3.3 Niveles del enlace y el Throughput que tiene este cliente

Elaborado por: La autora

3.3.1 Configuración de lado del cliente less- Cuenca.

En la figura 3.4 se visualiza que para realizar la configuración se debe dar clic en link configuration y se verifica la pantalla de bienvenida a la configuración Wizard



Figura 3.4 Configuración Wizard

Elaborado por: La autora

En la Figura 3.5 se puede apreciar los datos ingresados Para la Configuración de SSID y el nombre de ambos sitios:

- Sitio 1: se configura con el nombre del nodo
- Sitio 2: se configura con el nombre del cliente

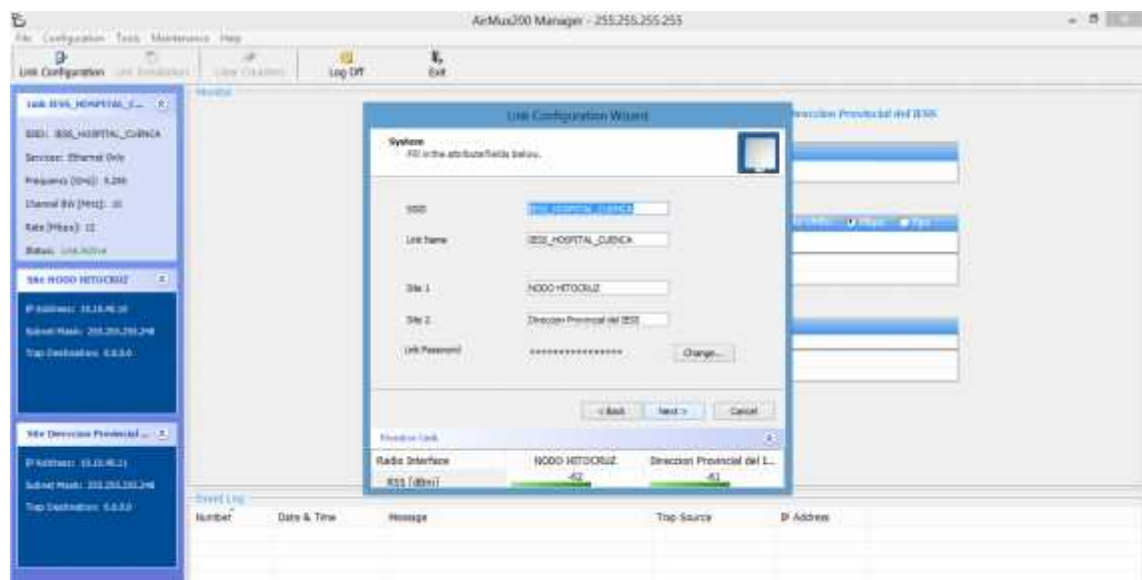


Figura 3.5 Configuración de datos del enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.6 se verifica la frecuencia que se encuentra seleccionada en el enlace y adicional se verifica el ancho de banda del canal es de 10 MHz

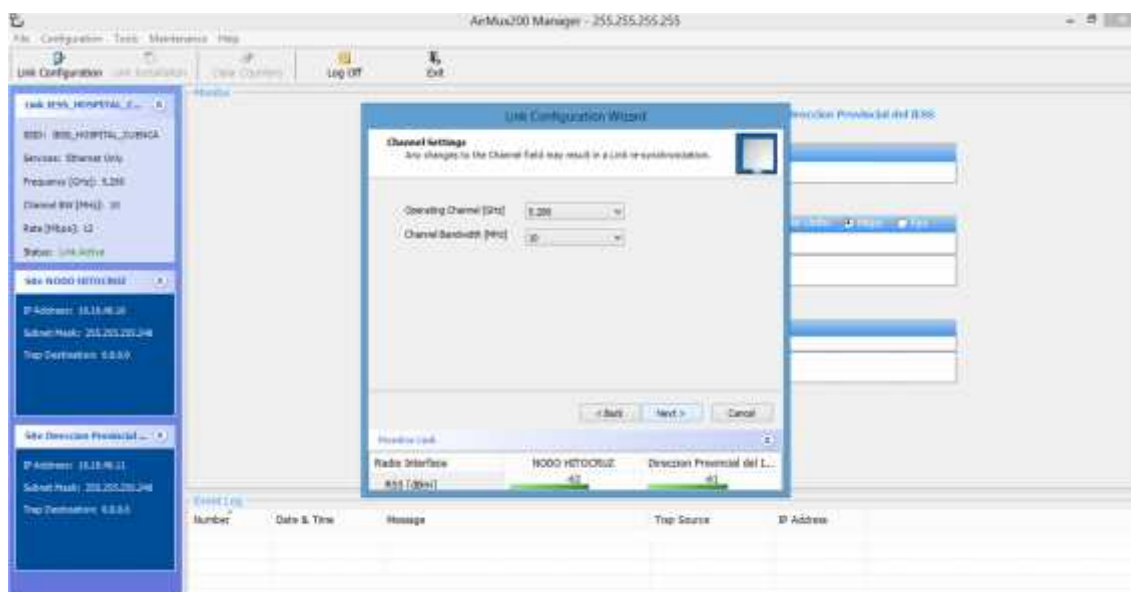


Figura 3.6 Frecuencia usada en el enlace y el ancho de banda del canal

Elaborado por: La autora

En la figura 3.7 se verifica la Configuración de Rate.

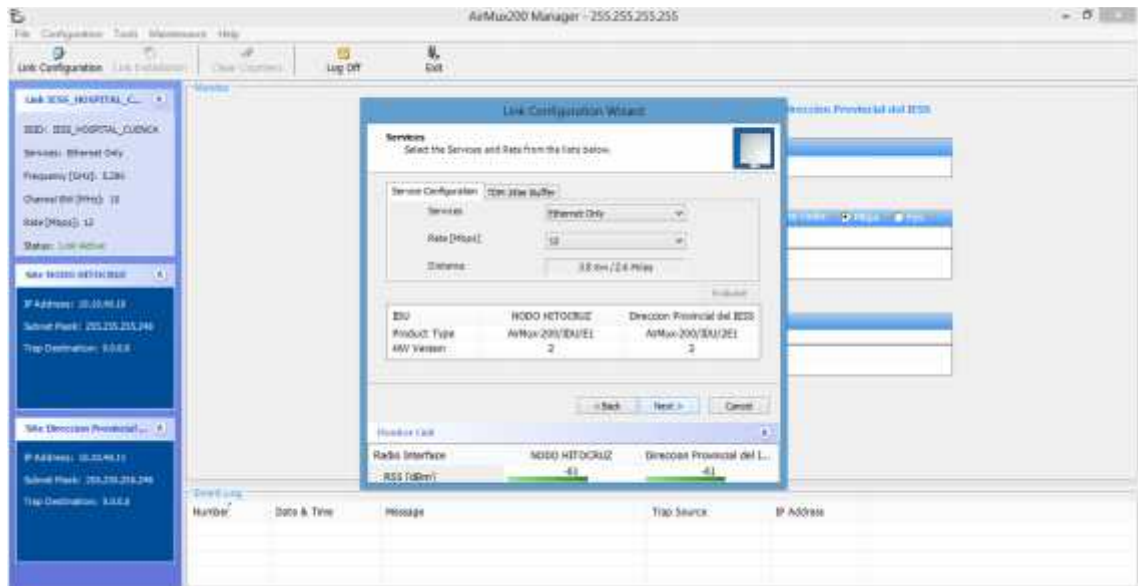


Figura 3.7 Configuración de Rate

Elaborado por: La autora

En la Figura 3.8 se verifica la Culminación de la configuración del enlace donde se visualizan los parámetros importantes

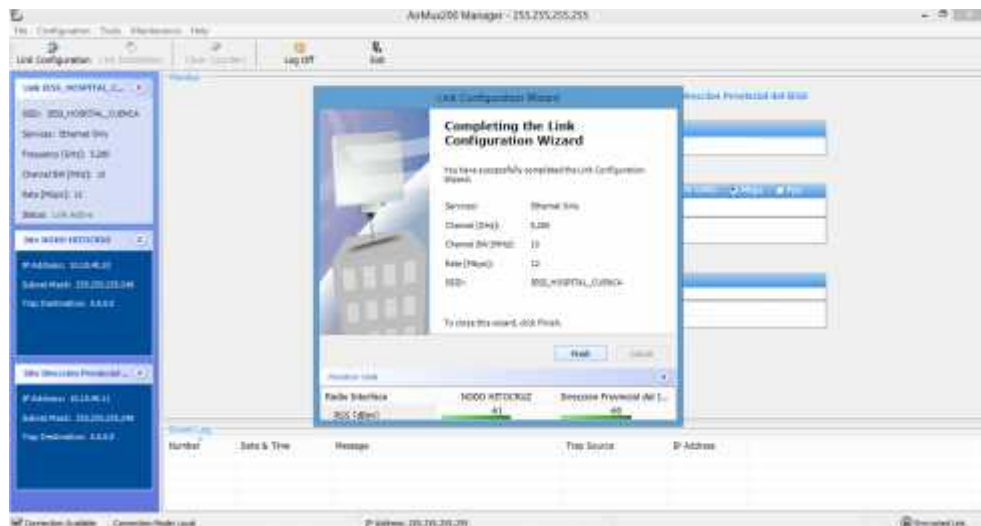


Figura 3.8 Culminación del proceso de configuración del enlace

Elaborado por: La autora

3.3.2 Configuración de lado del nodo Hitocruz

Para que los equipos se enganchen es necesario realizar la configuración de ambos lados (Cliente y nodo)

En la Figura 3.9 se selecciona la palabra configuration para proceder con la configuración del nodo Hitocruz

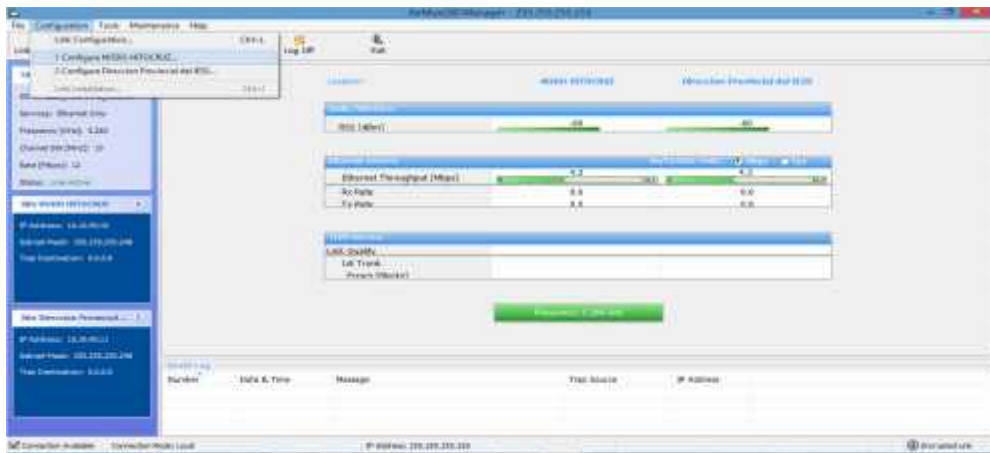


Figura 3.9 Menú de selección de configuración del nodo Hitocruz

Elaborado por: La autora

En la Figura 3.10 Se procede con la configuración de Ip del enlace

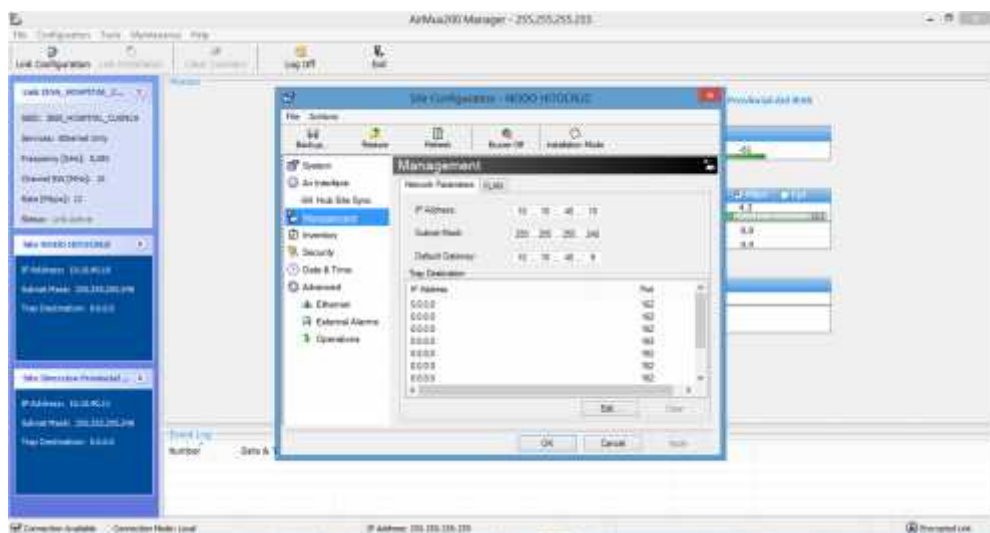


Figura 3.10 Configuración de IP del enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.11 se verifica el modelo de equipo con su respectivo número de serie

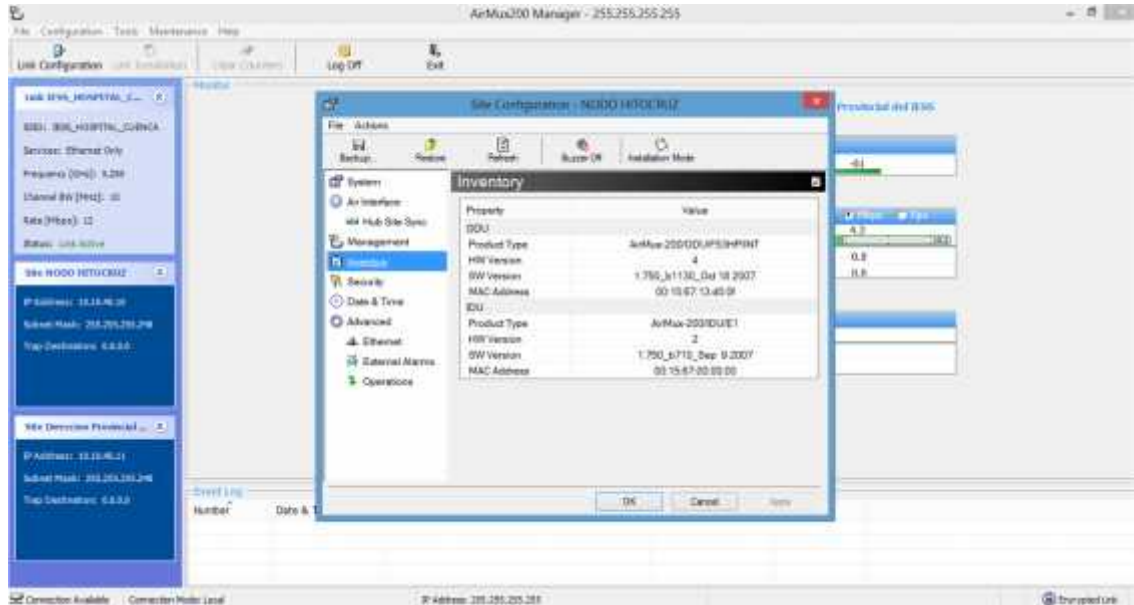


Figura 3.11 Verificación de los datos del equipo. (modelo, N° de serie)
Elaborado por: La autora

En la Figura 3.12 Para ver la configuración de lado del cliente se da clic en configuration and se selecciona la opción del nombre del cliente.

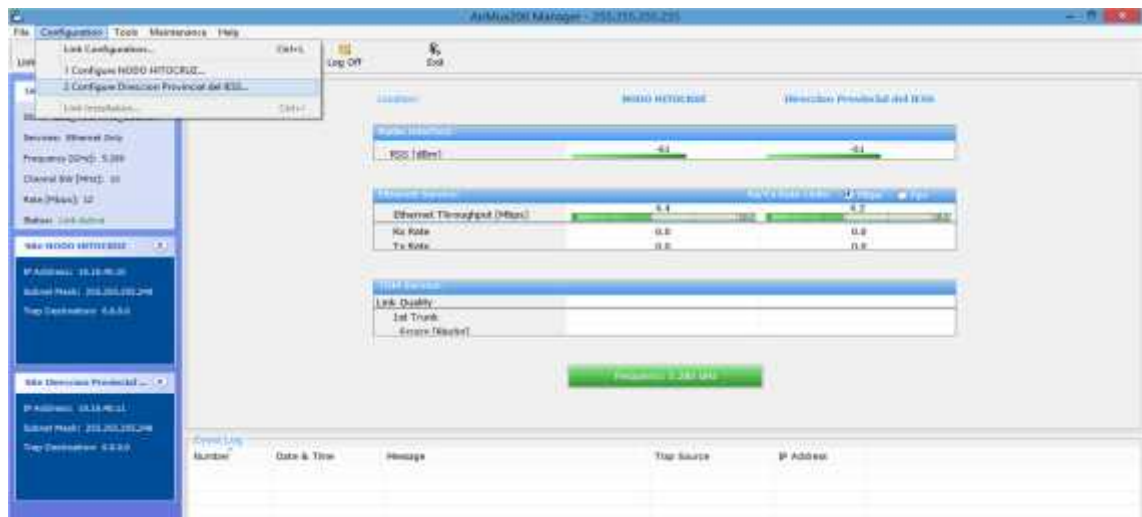


Figura 3.12 Configuración del usuario IESS de la ciudad de Cuenca
Elaborado por: La autora

En la figura 3.13 se verifica la Configuración de IP del enlace

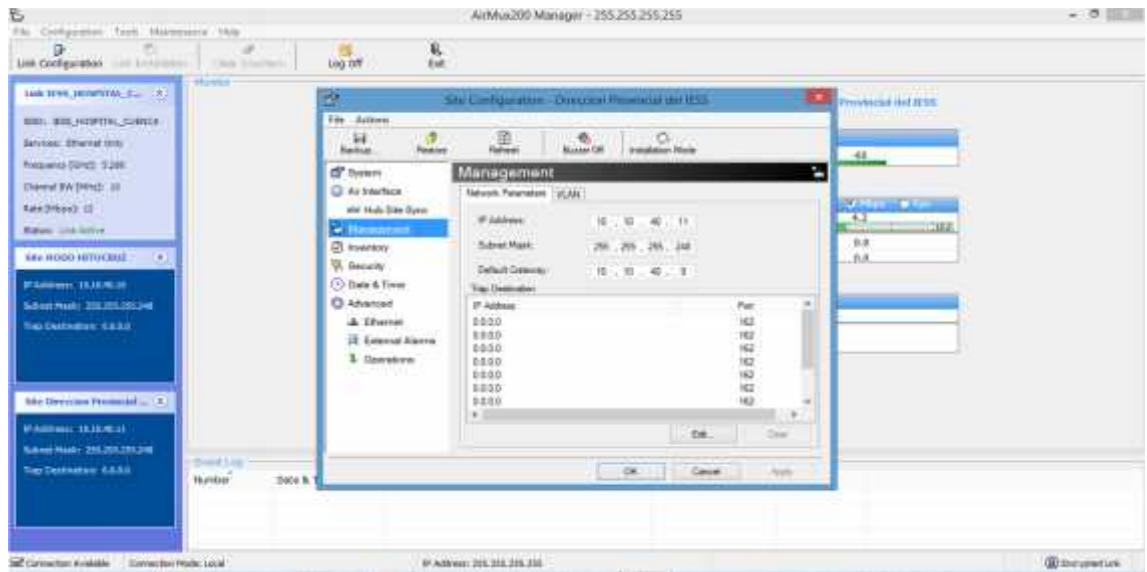


Figura 3.13 Configuración de la IP del enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.14 se verifica el modelo de equipo con su respectivo número de serie

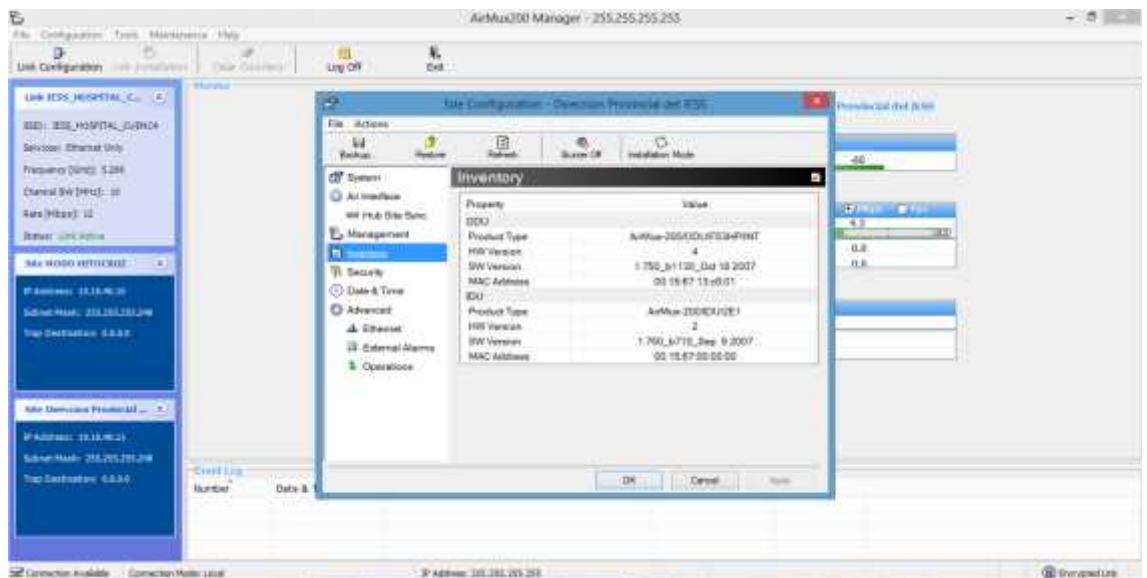


Figura 3.14 Datos de los equipos (modelo, N° de serie)

Elaborado por: La autora

En la figura 3.15 se verifica que los niveles no son los óptimos

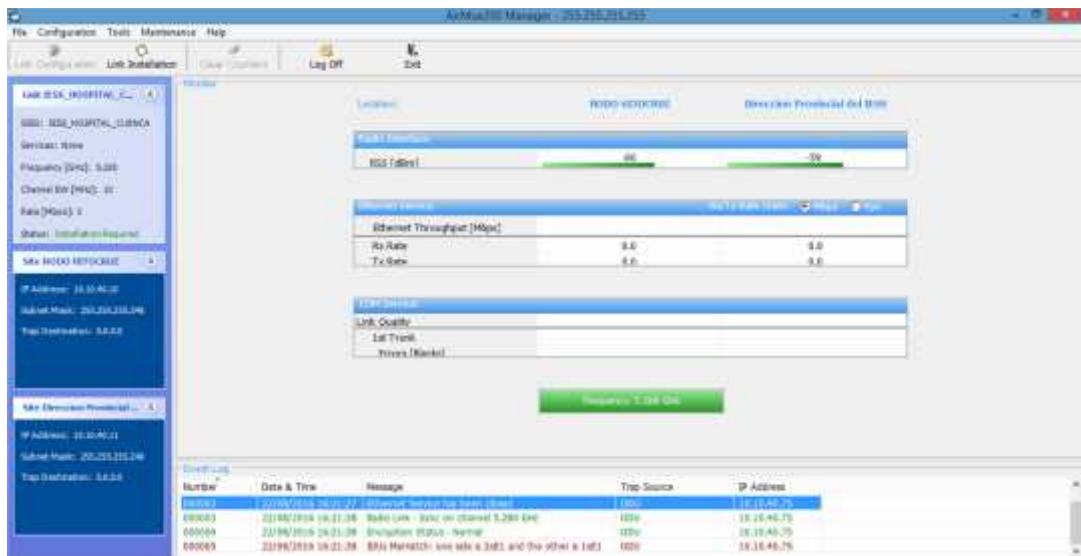


Figura 3.15 Niveles del enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.16 se visualizan las interferencias que se presentan en el enlace.

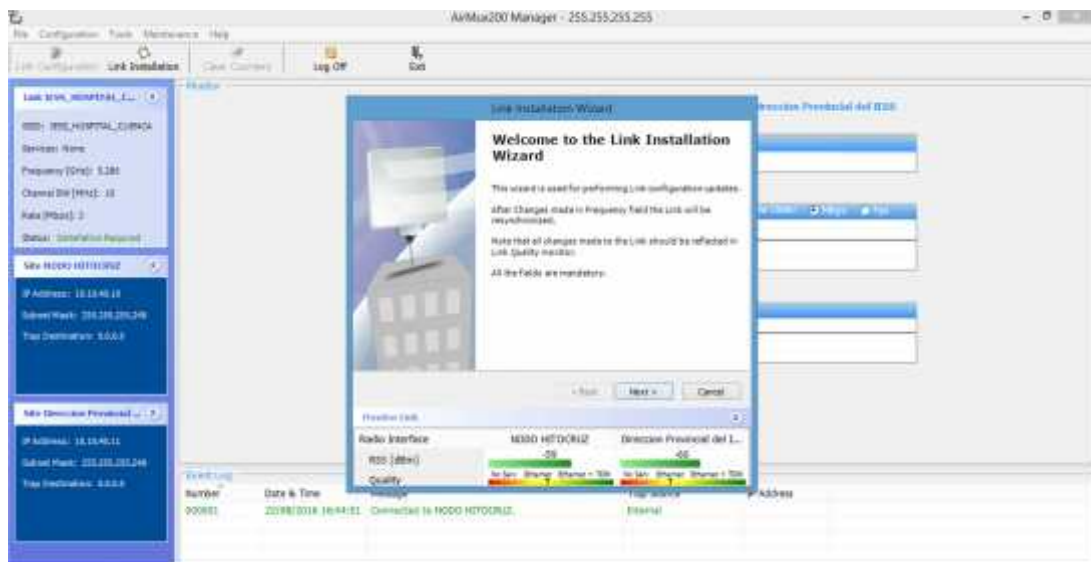


Figura 3.16 Interferencia presentada en el enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.17 se verifica que el enlace está operando en la frecuencia 5.280 con un ancho de canal de 10 MHz

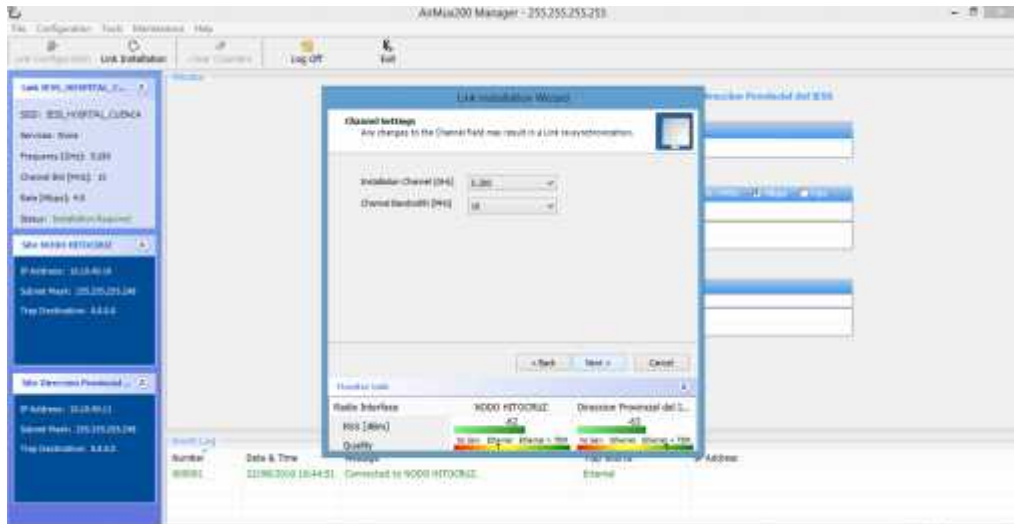


Figura 3.17 Frecuencia en la está operando el enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.18 se verifica que se procedió con el cambio de frecuencia para mejorar el enlace quedando en la 5320 con un ancho de canal de 10 MHz sin resultados favorables.

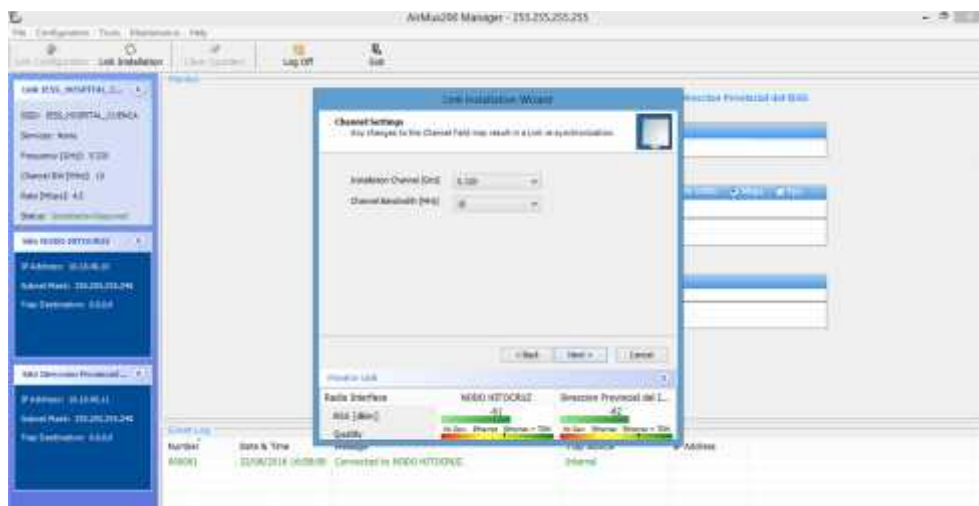


Figura 3.18 Selección de una nueva frecuencia

Elaborado por: La autora

En la figura 3.19 se verifica el rango de frecuencias y el nivel de calidad en la frecuencia 5320

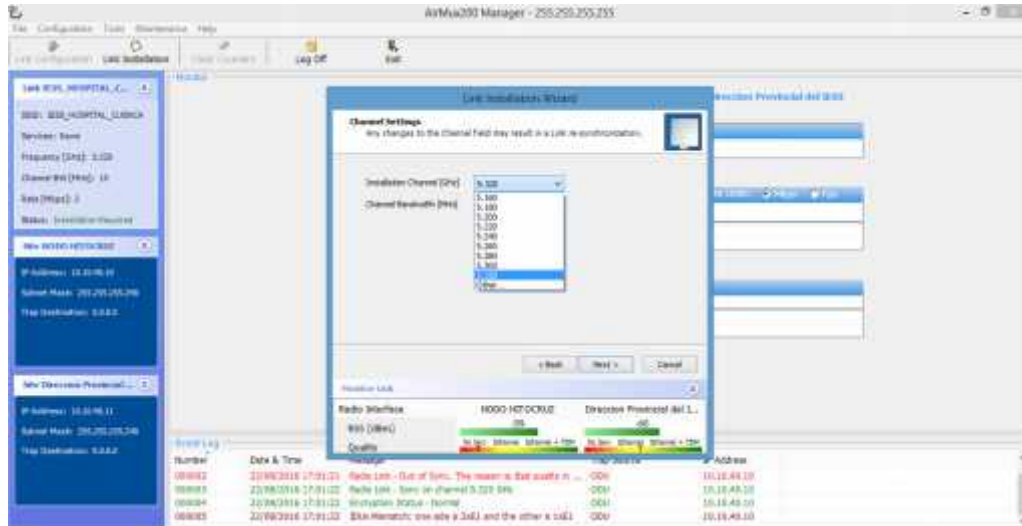


Figura 3.19 Rango de frecuencia

Elaborado por: La autora

En la figura 3.20 se verifica alarma de fuera de sincronismo y mala calidad del enlace

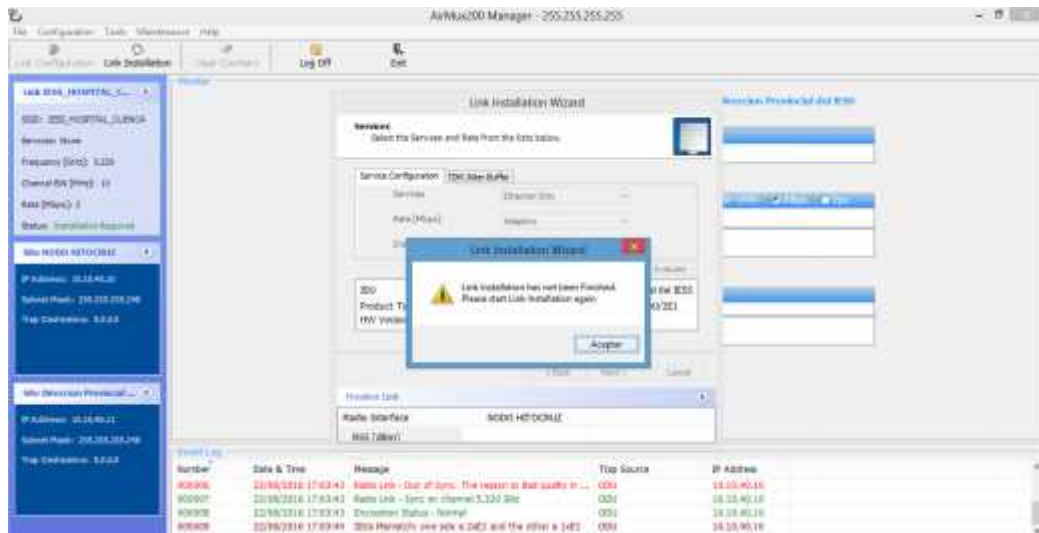


Figura 3.20 Alarma de fuera de sincronismo y mala calidad del enlace

Elaborado por: La autora

3.4 Costo de los equipos Airmux 200

El valor del equipo e instalación de las antenas Airmux 200 se observa en la siguiente cotización:

COTIZACIÓN	
NOMBRE DEL CLIENTE:	<i>Iess Cuenca Dirección Provincial De Azuay</i>
CLIENTE FINAL:	-
PERSONA DE CONTACTO:	-
FECHA:	<i>Guayaquil, 22 de agosto de 2016</i>
SERVICIO OFERTADO:	<i>Venta equipos de comunicación</i>
DETALLE DE COSTOS:	-

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Codigo	Cantidad	Valor Unitario	Precio Total
1	Radio Airmux200 con antena externa	-	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
2	Instalación y configuración	-	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Subtotal					\$ 2.200,00
Iva (14%)					\$ 308,00
Total					\$ 2.508,00

3.5 Equipos Airmux 200 que se encuentran instalados de lado del nodo Hitocruz

En el nodo HitoCruz se encuentran ubicados los siguientes equipos que permiten realizar el radio enlace con el usuario IESS de la ciudad de Cuenca.

3.5.1 IDU Airmux 200

En la Figura 3.21 se observa el equipo con su respectiva fuente que se encuentra instalado en el nodo Hitocruz.



Figura 3.21 IDU Airmux 200 y fuente de poder
Elaborado por: La autora

El equipo presenta la siguiente conexión distribuidores de datos como se observa en la Figura 3.22.



Figura 3.22 Conexión de los equipos
Elaborado por: La autora

3.5.2 Antena ubicada de lado del nodo Hitocruz

En la torre auto-soportada del nodo Hitocruz se encuentra ubicada la antena a una altura de aproximadamente 15 metros como se aprecia en la Figura 3.23



Figura 3.23 Ubicación de la antena en la torre
Elaborado por: La autora

3.6 Equipos Airmux 200 que se encuentran instalados de lado del Cliente less- Cuenca

3.6.1 IDU Airmux 200

En la Figura 3.24 se puede observar los equipos Airmux 200 instalados en la bandeja del rack ubicado del lado del cliente less-Cuenca



Figura 3.24 Equipos Airmux 200 ubicados en la bandeja del rack del cliente less-Cuenca

Elaborado por: La autora

3.6.2 Antena ubicada de lado del cliente less- Cuenca

La antena se encuentra ubicada en un mástil de 3 metros que se encuentra en la terraza del edificio de las instalaciones del cliente IESS Cuenca como se visualiza en la Figura 3.25



Figura 3.25 Ubicación de la antena en IESS Cuenca
Elaborado por: La autora

3.7 Simulación del nuevo enlace HitoCruz- IESS Cuenca con equipos Radwin 2000

Después de observar los resultados de las pruebas realizadas con los equipos Airmux 200 se encontró problemas de interferencia en la frecuencia de operación. Adicional a ello se verificó la capacidad del enlace requerida por el cliente llegando a la conclusión de que no era la adecuada para cumplir sus funciones laborales que se realiza en la institución.

Dando una solución a estos inconvenientes se analizó la propuesta de realizar la migración del enlace con equipos de nueva tecnología de la marca Radwin, debido a que brindan un sistema más robusto, mayor capacidad y un mayor rango de frecuencia en el que puedan operar.

3.8 Descripción de los equipos Radwin 2000 (Características, ventajas)

Las radios RADWIN 2000 incorporan tecnologías de vanguardia tales como MIMO, OFDM y esquemas de alta modulación, incluyendo QAM 256. Las capacidades especiales de la interfaz de aire aseguran un rendimiento óptimo y alta eficiencia espectral en entornos de radio saturados y en condiciones de multi-trayectorias.

3.8.1 Características principales Radwin 2000

Los equipos Radwin 2000 presentan las siguientes características divididas en dos categorías:

Alta capacidad y largo alcance

- Rendimiento agregado neto entre 10 y 200 Mbps
- Largo alcance: hasta 120 km (75 millas)
- TDM Nativo (hasta 16 E1/T1) + Ethernet
- Capacidad asimétrica fija o dinámica
- Protección del servicio Ethernet por medio de topologías 1+1 y en anillo

Operación robusta

- Carrier Class, funciona en condiciones difíciles
- Rendimiento excelente en entornos de radiofrecuencia densa
- Funcionamiento comprobado en campo en nLOS/NLOS
- Sincronización inter/intra sitio TDD para maximizar la capacidad de la red
- Protección del servicio Ethernet por medio de topologías 1+1 y en anillo
- La radio multibanda cuenta con múltiples bandas de frecuencia en una sola plataforma
- Capacidades QoS y VLAN

Serie C RW 2000: hasta 200 Mbps + 16 E1/T1

Serie B RW 2000: hasta 50 Mbps +8 E1/T1, actualizable a 200 Mbps

Serie A RW 2000: 10/25/50 Mbps + 2 8 E1/T1, actualizable hasta 100 Mbps

3.8.2 Ventajas de Radwin 2000

- Funcionamiento comprobado en campo en nLOS/NLOS
- La radio multibanda cuenta con múltiples bandas de frecuencia en una sola plataforma
- Rendimiento excelente en entornos de radiofrecuencia densa.

3.9 Configuración del nuevo enlace con equipos Radwin 2000

En la figura 3.26 se visualiza la pantalla principal de Radwin Manager donde se verifican los niveles del enlace tanto de lado del nodo como de lado del cliente. Adicional se verifica la capacidad que transmite.

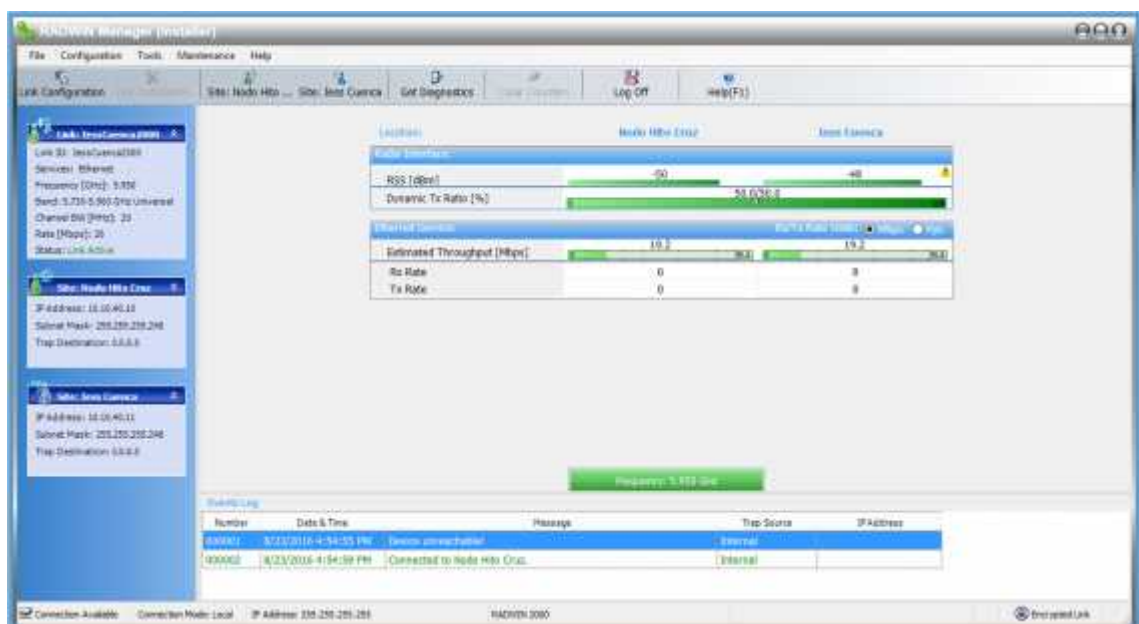


Figura 3.26 Interfaz Radwin

Elaborado por: La autora

3.9.1 Configuración de lado del nodo Hitocruz

En la figura 3.27 se procede a dar clic en Link configuration para proceder con la configuración del nuevo enlace y luego se le da clic en Next

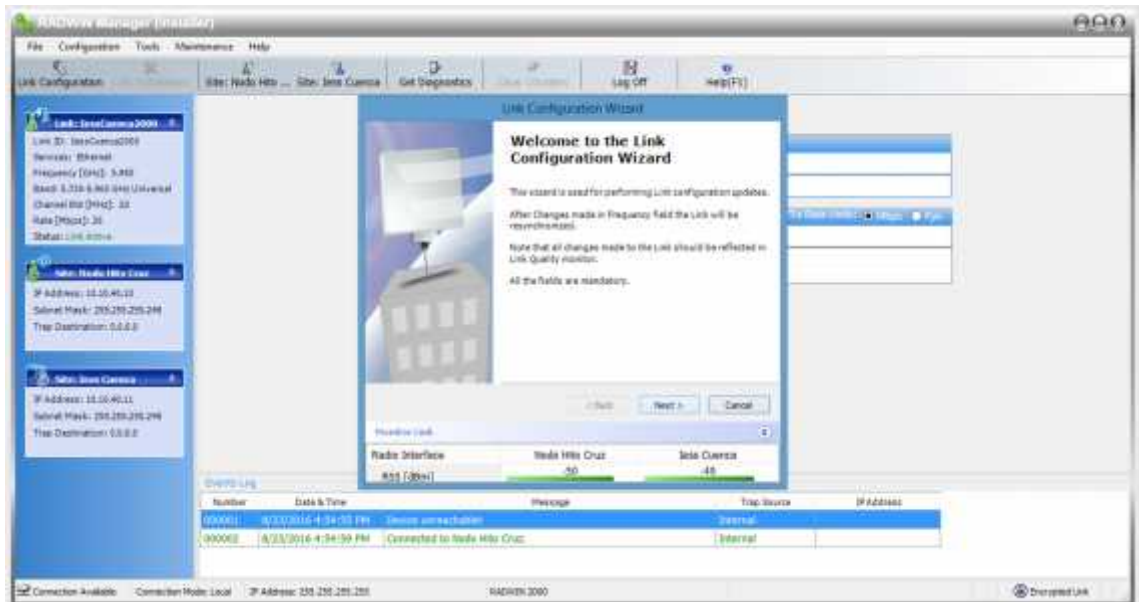


Figura 3.27 Configuración de lado del nodo Radwin 2000

Elaborado por: La autora

En la figura 3.28 se configura los datos del enlace:

Link ID que sería el SSID

Link Name: Nombre del enlace

- Site 1 : Nodo al que se conecta el enlace
- Site 2: Se configura el lado del cliente

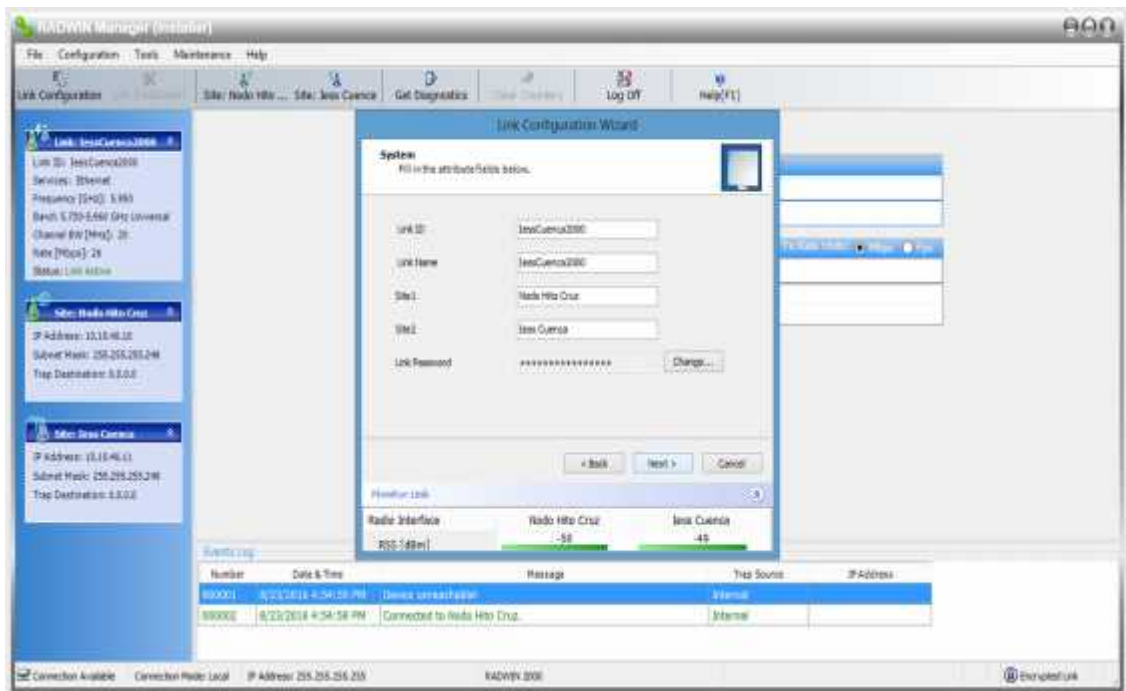


Figura 3.28 Configuración de Datos del enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.29 se visualiza la selección de frecuencia y también se selecciona el ancho de banda del canal

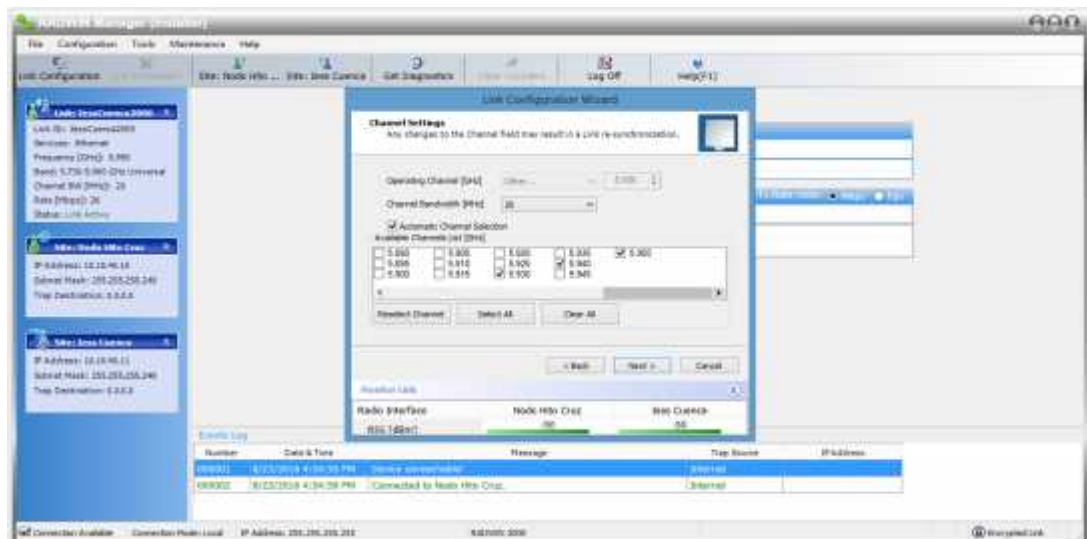


Figura 3.29 Selección de frecuencia con niveles óptimos

Elaborado por: La autora

En la figura 3.30 se visualiza la configuración de parámetros de antena y potencia de transmisión

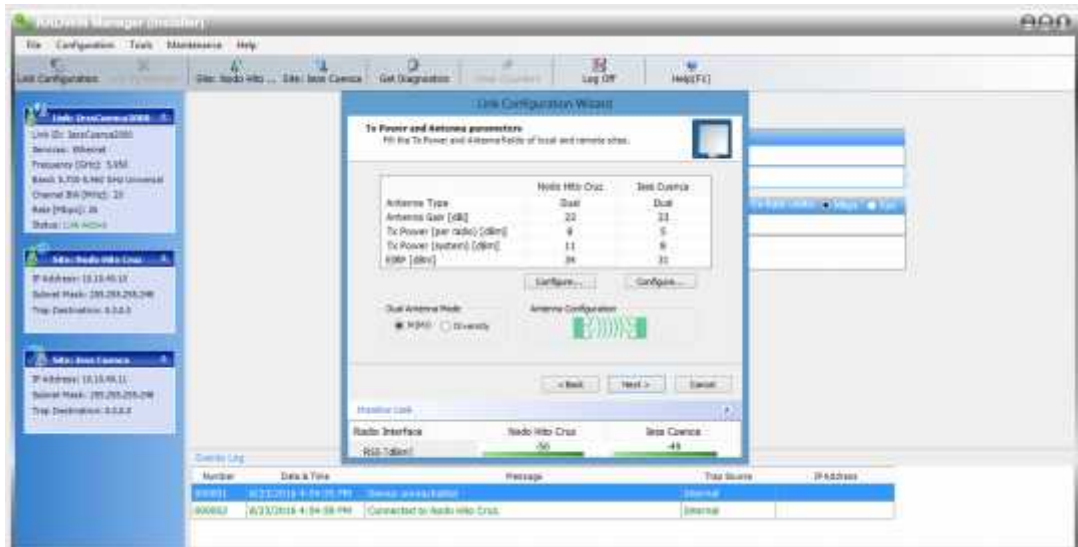


Figura 3.30 Parámetros de antena y potencia de transmisión

Elaborado por: La autora

En la figura 3.31 se selecciona si el tráfico a cruzar es simétrico o asimétrico de descarga y carga. Adicional se configura el rate

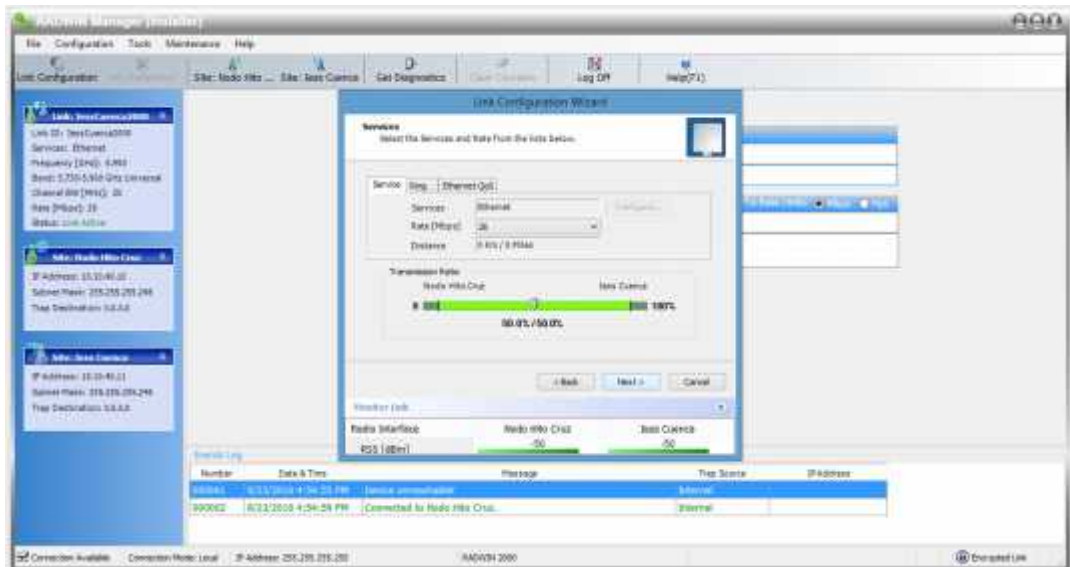


Figura 3.31 Configuración del tráfico y rate

Elaborado por: La autora

En la figura 3.32 se verifica la culminación de la configuración del enlace y se visualizan los parámetros importantes del enlace Adicional se verifica que los niveles mejoran.

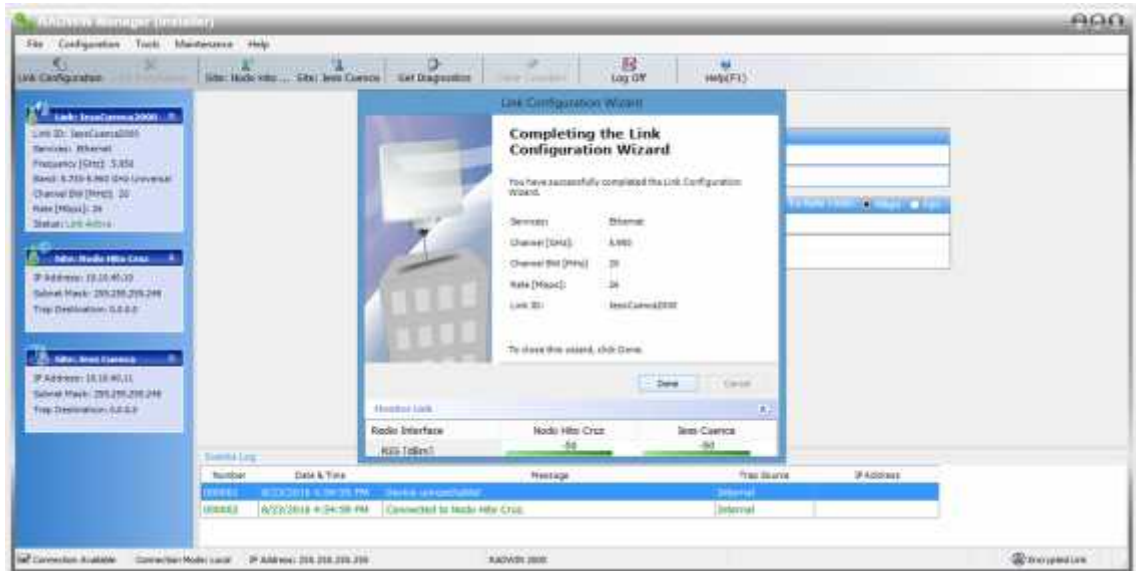


Figura 3.32 Configuración del enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.33 se verifica la Configuración del nodo Hitacruz, parámetros de Potencia del enlace.

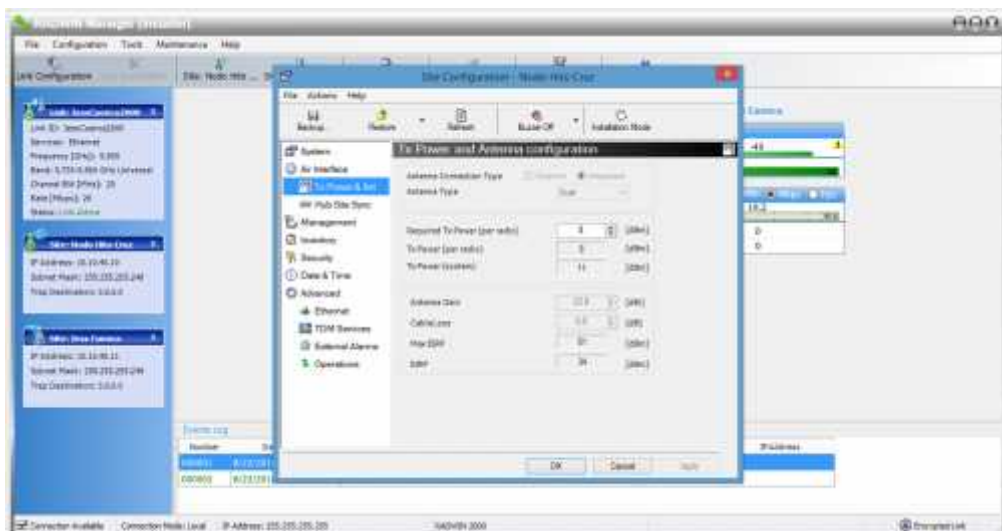


Figura 3.33 Configuración del nodo Hitacruz

Elaborado por: La autora

En la figura 3.34 se verifica la Configuración de IP.



Figura 3.34 Configuración de IP

Elaborado por: La autora

En la figura 3.35 se visualiza la Pantalla de los datos del equipo (modelo, N° de serie)

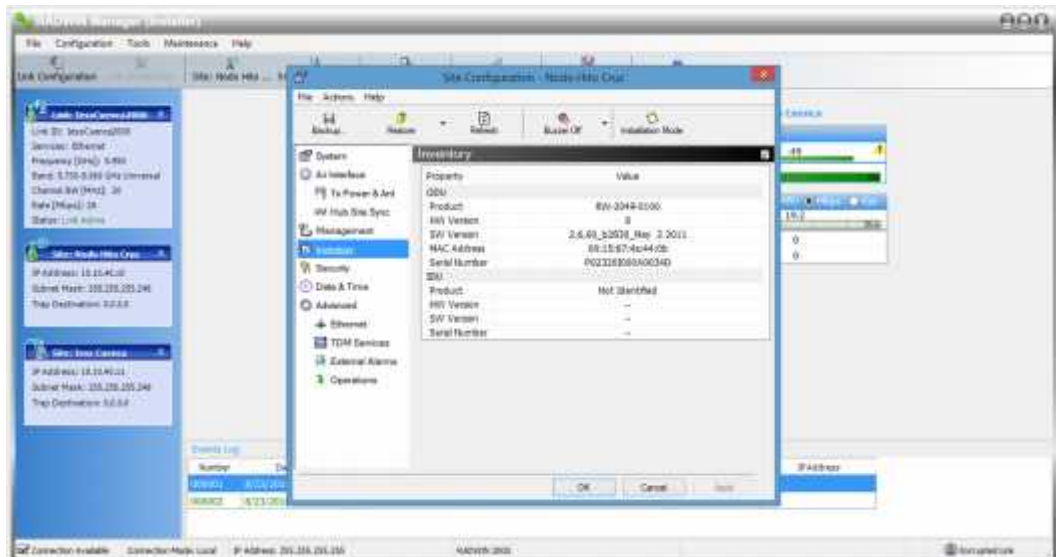


Figura 3.35 Datos del Equipo Radwin 2000(modelo, N° de serie)

Elaborado por: La autora

3.9.2 Configuración de lado del Cliente less-Cuenca

En la figura 3.36 se verifica la configuración del enlace de lado del Cliente, parámetros de Potencia

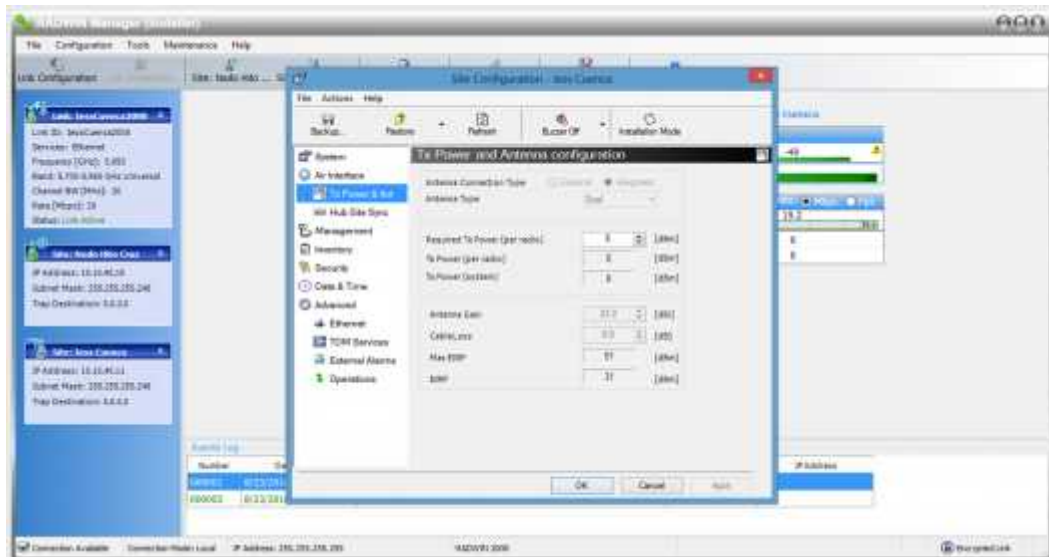


Figura 3.36 Configuración del nuevo enlace de lado del usuario IESS Cuenca
Elaborado por: La autora

En la figura 3.37 se verifica la configuración de IP del enlace

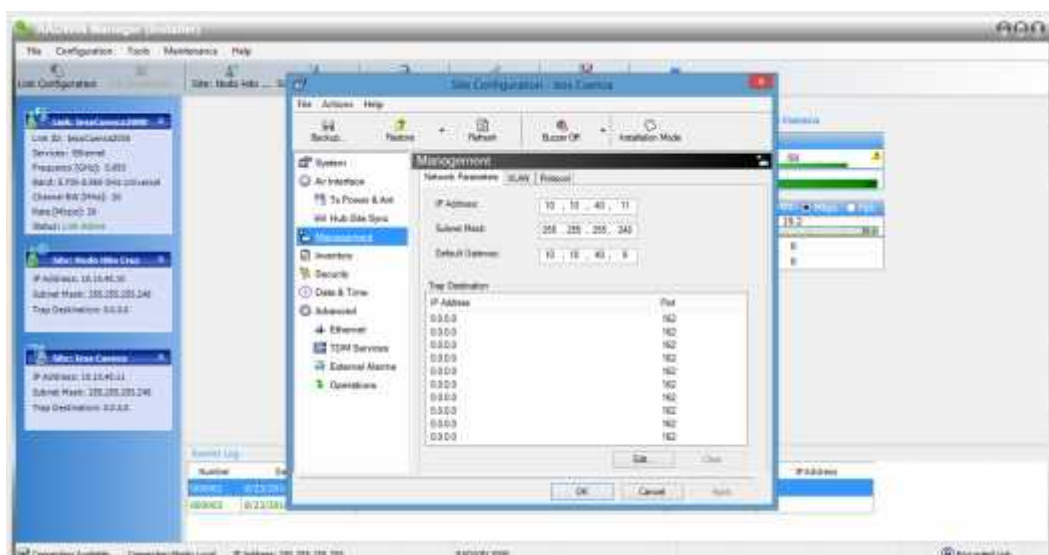


Figura 3.37 Configuración de IP
Elaborado por: La autora

En la figura 3.38 se visualiza la pantalla de datos del equipo (modelo, N° de serie)

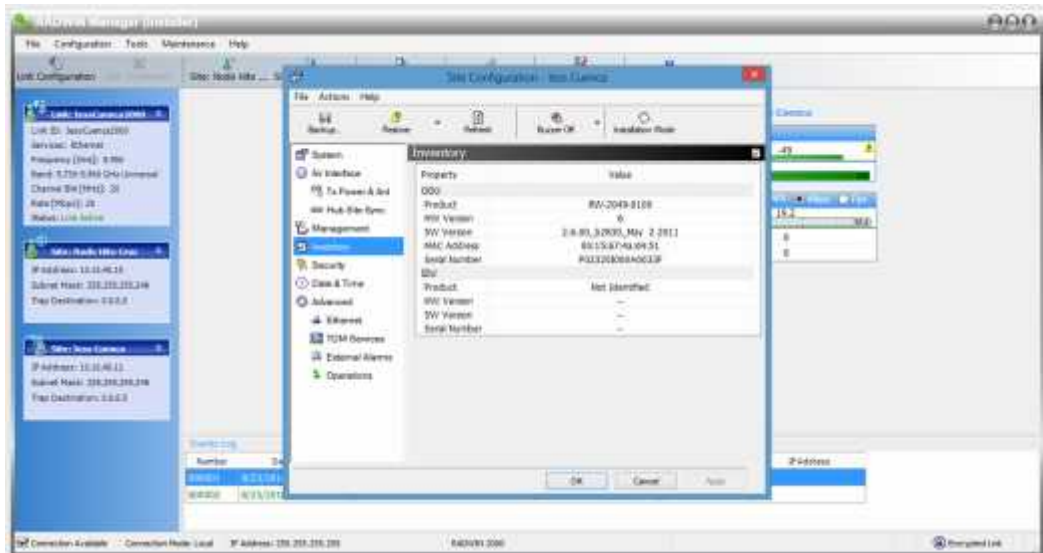


Figura 3.38 Datos del equipo en el cliente (modelo, N° de serie)

Elaborado por: La autora

En la figura 3.39 se puede visualizar que los niveles han mejorado y que el enlace no presenta problemas de interferencia.

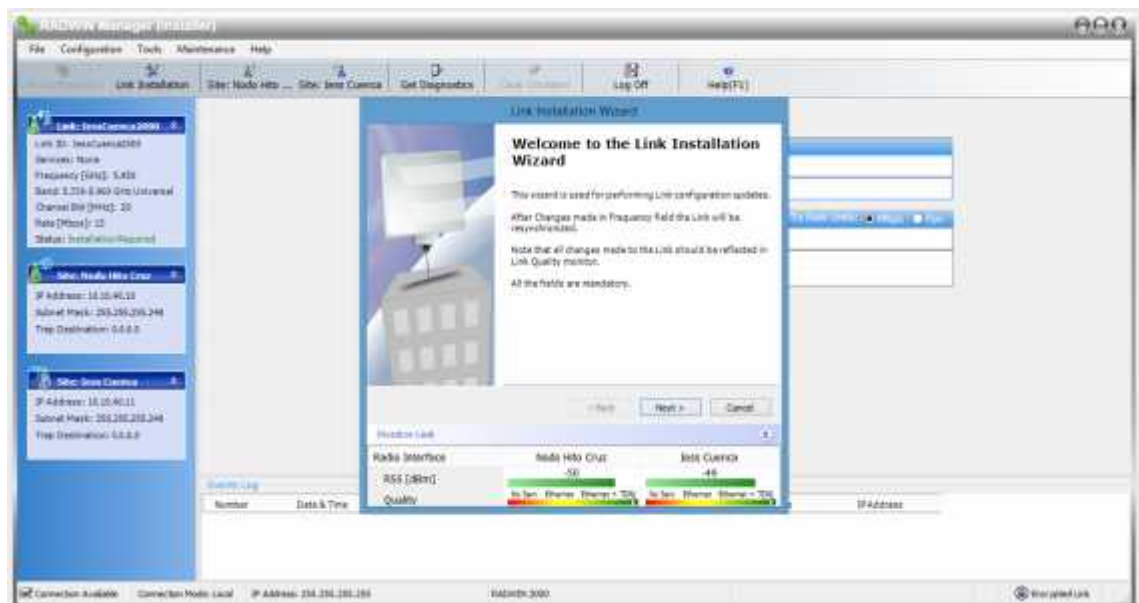


Figura 3.39 Resultados de los niveles del enlace

Elaborado por: La autora

3.10 Simulación del nuevo enlace usando el software Path Loss 4.0

Para la simulación del nuevo enlace se utilizará el software “Path Loss” que nos permitirá realizar el estudio radioeléctrico del enlace.

En la figura 3.40 se visualiza el nombre de los sitios tanto de lado del nodo como de lado del cliente, las coordenadas, la distancia del enlace, altura de la torre, altura de la antena, potencia de transmisión y los niveles del enlace

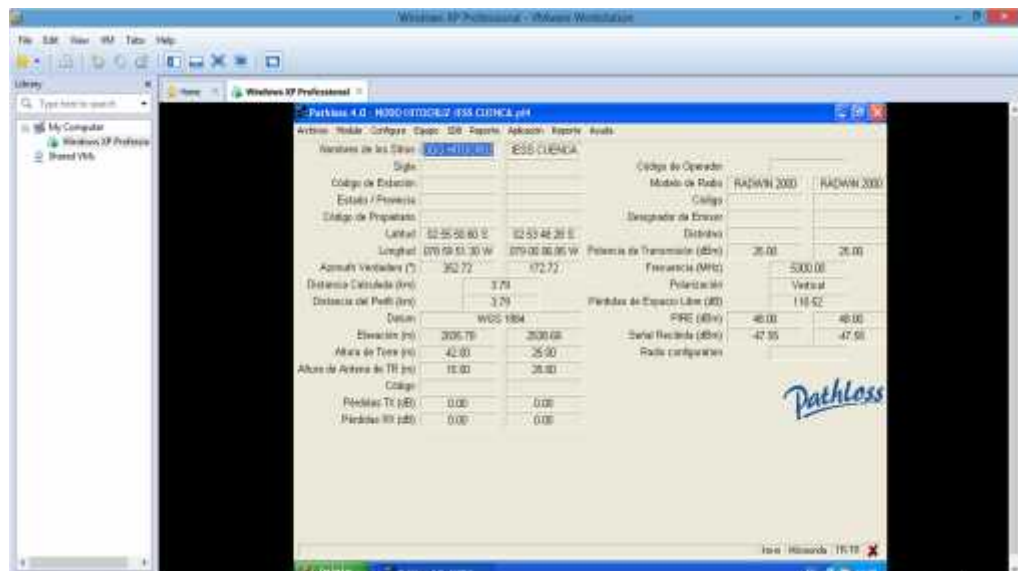


Figura 3.40 Datos del enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.41 se visualiza los datos del terreno dados por Path Loss.

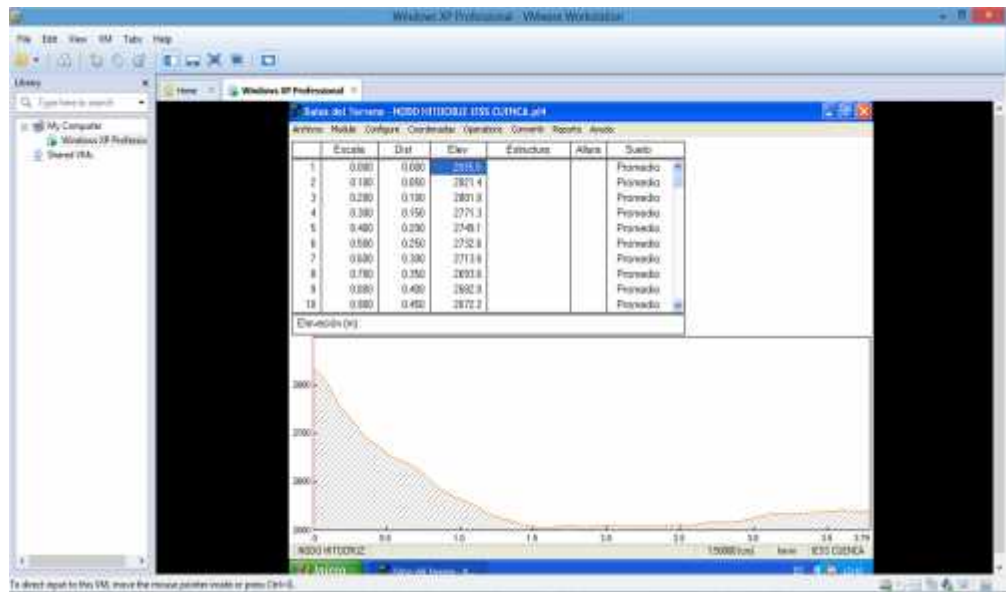


Figura 3.41 Datos del terreno

Elaborado por: La autora

En la figura 3.42 se visualiza que no existe obstrucción de línea de vista.

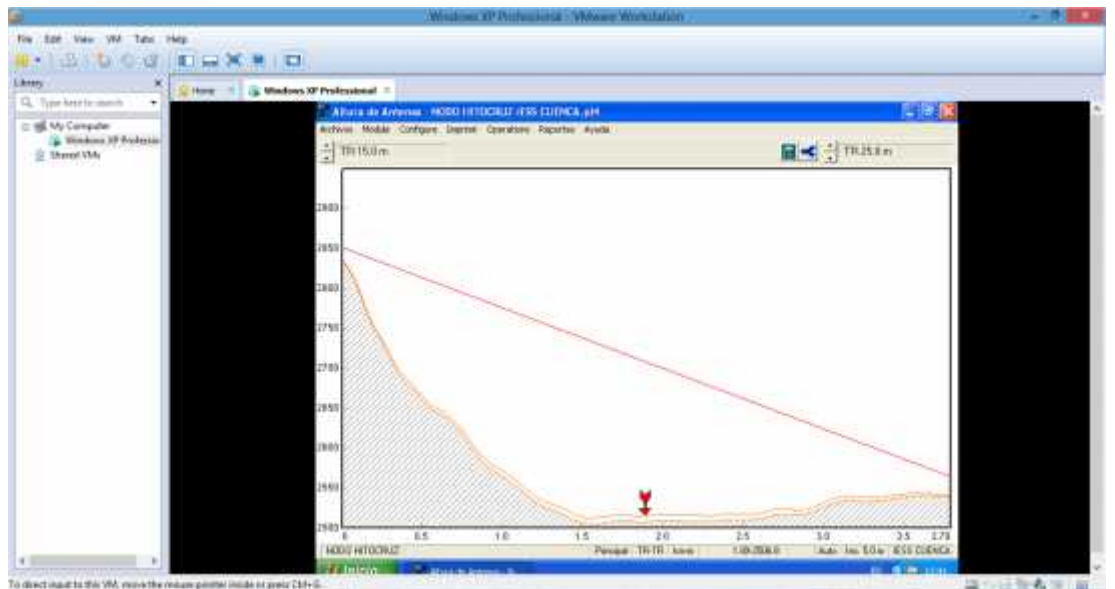


Figura 3.42 Línea de vista entre el nodo y el usuario.

Elaborado por: La autora

En la figura 3.43 se visualiza la tabla de parámetros técnicos del enlace microonda.

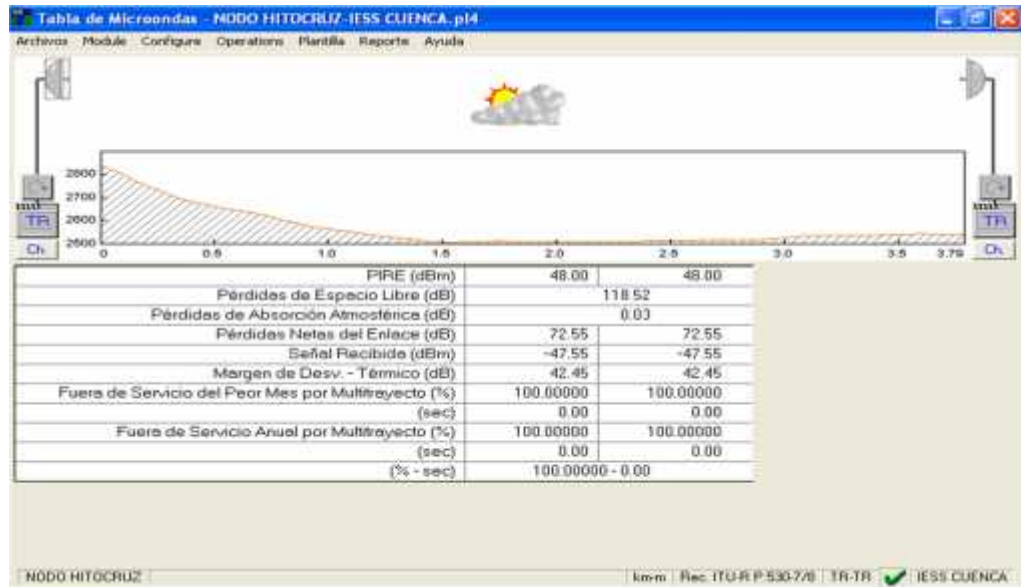


Figura 3.43 Parámetros técnicos del radio enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.44 se visualiza los datos de la línea de transmisión del enlace

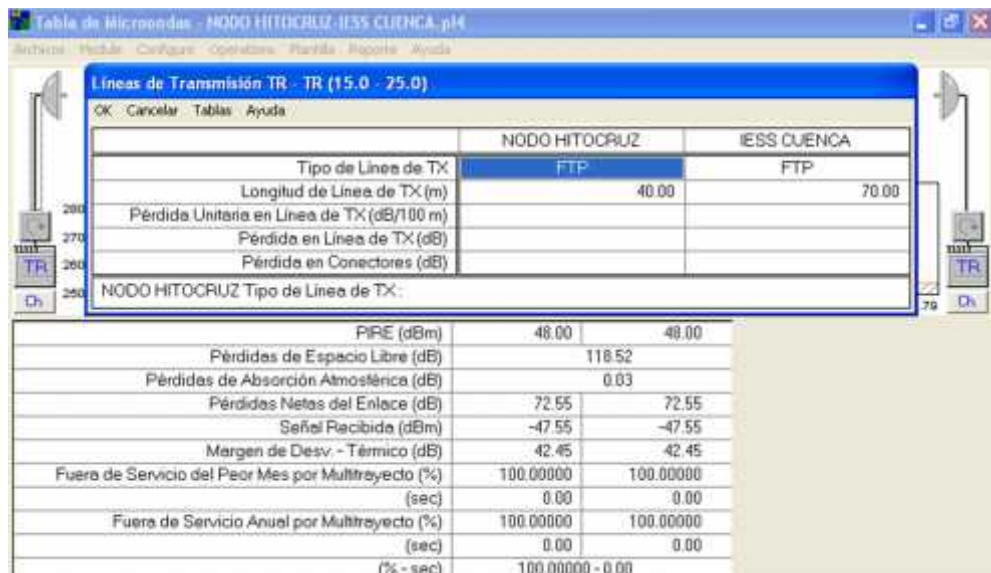


Figura 3.44 Datos de línea de transmisión

Elaborado por: La autora

En la figura 43.45 se visualiza la altura de la antenna y ganancia de la antenna

	NODO HITOCRUZ	IESS CUENCA
Modelo de Antena	INTEGRADA	INTEGRADA
Diámetro de Antena (m)	0.30	0.30
Altura de Antena (m)	15.00	25.00
Ganancia de Antena (dBi)	23.00	23.00
Pérdida por Radome (dB)		
Código		
Ancho de Haz de 3 dB (°)		
Azimuth Verdadero (°)	352.72	172.72
Ángulo Vertical (°)	-4.35	4.32
Azimuth de la Antena (°)		
Antenna DownTilt (±°)		
Orientation Loss (dB)		
NODO HITOCRUZ Modelo de Antena:		
Fuera de Servicio (sec)	0.00	0.00
Fuera de Servicio Anual por Multirrecurso (%)	100.00000	100.00000
(sec)	0.00	0.00
(% - sec)	100.00000 - 0.00	

Figura 3.45 Datos de la antenna usada en el enlace

Elaborado por: La autora

En la figura 3.46 se visualiza la gráfica del enlace sin obstrucción de línea de vista

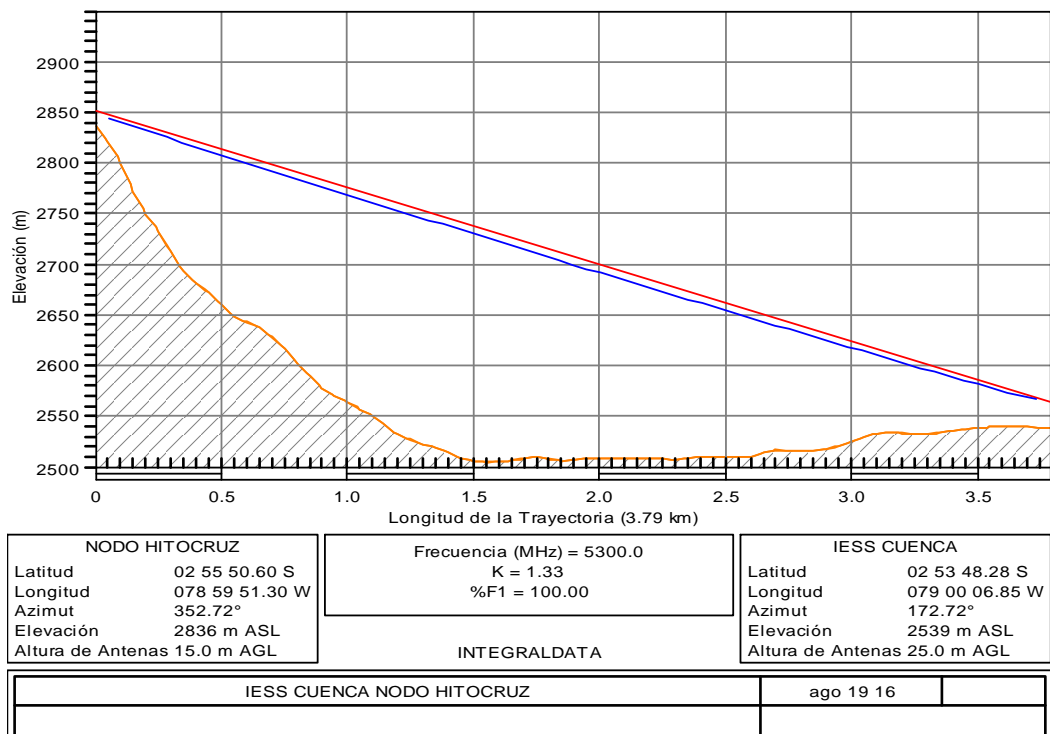


Figura 3.46 Graficas topológica del nuevo enlace.

Elaborado por: La autor

En la figura 3.47 se visualiza los parámetros del nuevo enlace tanto de lado del nodo Hitocruz como de lado del cliente IESS Cuenca.

	NODO HITOCRUZ	IESS CUENCA
Elevación (m)	2835.78	2538.68
Latitud	02 55 50.60 S	02 53 48.28 S
Longitud	078 59 51.30 W	079 00 06.85 W
Azimuth Verdadero (°)	352.72	172.72
Ángulo Vertical (°)	-4.35	4.32
Modelo de Antena	INTEGRADA	INTEGRADA
Altura de Antena (m)	15.00	25.00
Ganancia de Antena (dBi)	23.00	23.00
Tipo de Línea de TX	FTP	FTP
Longitud de Línea de TX (m)	40.00	70.00
Frecuencia (MHz)	5300.00	
Polarización	Vertical	
Longitud de la Trayectoria (km)	3.79	
Pérdidas de Espacio Libre (dB)	118.52	
Pérdidas de Absorción Atmosférica (dB)	0.03	
Pérdidas Netas del Enlace (dB)	72.55	72.55
Modelo de Radio	RADWIN 2000	RADWIN 2000
Potencia de Transmisión (w)	0.32	0.32
Potencia de Transmisión (dBm)	25.00	25.00
PIRE (dBm)	48.00	48.00
Nivel de Umbral (dBm)	-90.00	-90.00
Señal Recibida (dBm)	-47.55	-47.55
Margen de Desv. - Térmico (dB)	42.45	42.45
Factor Geoclimático	2.50E-07	
Inclinación del Trayecto (mr)	75.65	
Fade occurrence factor (Po)	3.06E-09	
Temperatura Anual Promedio (°C)	27.00	
Fuera de Servicio del Peor Mes por Multitrayecto (%)	100.00000	100.00000
(sec)	4.58e-07	4.58e-07
Fuera de Servicio Anual por Multitrayecto (%)	100.00000	100.00000
(sec)	2.06e-06	2.06e-06
(% - sec)	100.00000 - 0.00	

vie, ago 19 2016
 NODO HITOCRUZ-IESS CUENCA.pl4
 Reliability Method - Rec. ITU-R P.530-7/8

Figura 3.47 Resultado técnico del nuevo enlace Hitocruz – IESS Cuenca.

Elaborado por: La autora

En la figura 3.48 se visualiza el diagrama de conexión del nuevo enlace con Equipos Radwin 2000 entre el nodo Hitocruz y el usuario IESS Cuenca.

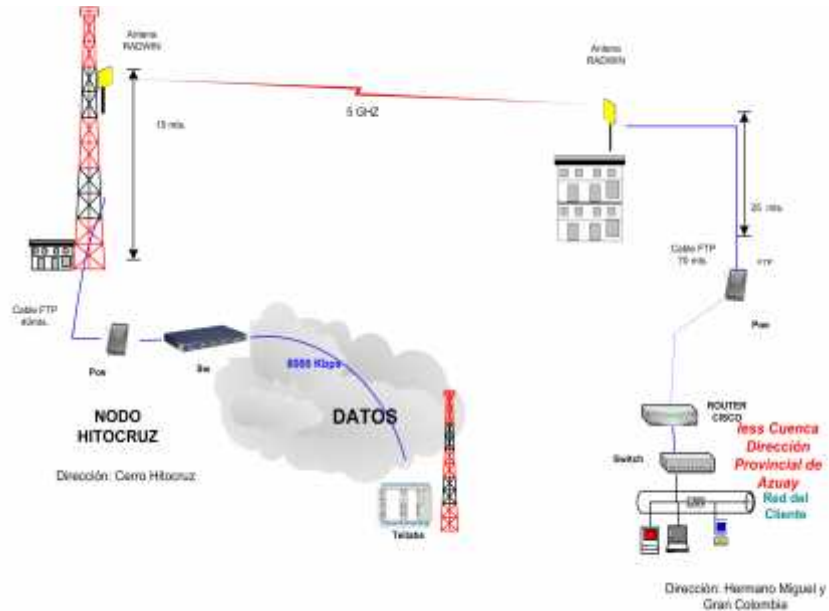


Figura 3.48 Diagrama del enlace

Elaborado por: La autora

3.11 Costo de los equipos Radwin 2000

El costo del equipo se ve reflejado en la siguiente cotización

COTIZACIÓN

NOMBRE DEL CLIENTE: IESS Cuenca Dirección Provincial De Azuay
CLIENTE FINAL: -
PERSONA DE CONTACTO: -
FECHA: Guayaquil, 23 de agosto de 2016
SERVICIO OFERTADO: Enlace Punto a Punto
DETALLE DE COSTOS: Venta

Venta				
ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario
1	Enlace radio equipos RW-2050-AH25, 12 Mbps, 4.9 A 6 GHz	Unidad	1	\$ 5.600,00
				Subtotal
				Iva (14%)
				Total

Instalación				
ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario
1	Enlace Punto a Punto PTP RADWIN	Unidad	1	\$ 250,00
				Subtotal
				Iva (14%)
				Total

3.12 Pruebas de laboratorio con los nuevos equipos Radwin 2000

Antes de instalar un equipo se debe realizar una prueba de laboratorio para verificar el correcto funcionamiento de los equipos y descartar algún defecto de fábrica que provocaría la obtención errónea de datos al momento de realizar alguna inspección.

En la figura 3.49 se visualiza los PoE a utilizarse en un radio enlace



Figura 3.49 Equipos PoE

Elaborado por: La autora

En la figura 3.50 se observa la realización de pruebas de laboratorio verificando la conectividad de los equipos



Figura 3.50 Prueba de laboratorio

Elaborado por: La autora

En la figura 3.51 se visualiza las antenas de los equipos Radwin 2000



Figura 3.51 Antenas Radwin 2000

Elaborado por: La autora

En la figura 3.52 se visualizan el modelo y número de serie de los equipos Radwin 2000 para el nodo y el usuario.



Figura 3.52 Equipos Radwin 2000 usados en prueba de laboratorio.

Elaborado por: La autora

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Al migrar el enlace a una nueva tecnología de transmisión de datos (internet) con equipos Radwin 2000 se puede seleccionar una frecuencia libre de interferencia ya que se tiene un mayor rango. Adicional se mejora la calidad del enlace debido a que trabaja en doble polaridad brindando una capacidad de hasta 200 Mbps.
- Se pudo demostrar con las pruebas de simulación en el path loss y pruebas de laboratorio que la calidad de la señal transmitida no tendrá interferencias de frecuencias y que los niveles del enlace son mejores en comparación a los equipos Airmux 200; con esto los usuarios que operan en esta agencia sentirán conformidad con la capacidad del enlace deseado.
- Los equipos Airmux 200 tienen tecnología obsoleta en comparación de los Radwin 2000, teniendo poca acogida en el mercado de radio enlace.
- La atención que brindará el personal del less de la Ciudad de Cuenca, no presentarán degradación del enlace, e interferencia de frecuencias y problemas de capacidad del enlace con el fin de tener un cliente satisfecho por la atención brindada.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda hacer uso de equipos que operen en toda la banda de 5GHz reglamentada en Ecuador, es decir equipos multibanda, para así tener mayor opción de encontrar canales de frecuencia disponible sin o con poca interferencia.

- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo de los enlaces de ultima milla de equipos instalados para mantener su correcto funcionamiento evitando que causen cortes externos e interrumpiendo así el servicio brindado al usuario.

- Se recomienda este trabajo de titulación para poder implementar radioenlaces punto a punto con el fin de estudiar alternativas que ofrece el mercado actual.

Referencias

- Abad Domingo, A. (2013). *Redes locales*. Aravaca, Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España. Recuperado a partir de <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3212697>
- ALONSO, N. O., & Vvaa. (2013). *Redes de comunicaciones industriales*. Editorial UNED.
- Pelaez Jimenez, Antonio Romualdo, & Serrano Paz, Omar. (2013, Diciembre). Diseñar e implementar un sistema de comunicacion de una red lan a otra red lan mediante microondas. Escuela Superior de Ingenieria Mecanica y electrica, Mexico D.F. Recuperado a partir de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/15085/I.C.E.%2032-14.pdf?sequence=1>
- ASOCIACIÓN PARA EL PROGRESO DE LAS COMUNICACIONES (APC). (2008). *APC_RedesInalambricasParaEIDesarrolloLAC_20081223.pdf*. Recuperado a partir de https://www.apc.org/es/system/files/APC_RedesInalambricasParaEIDesarrolloLAC_20081223.pdf
- Concejero, J. B., Mondejar, J. B., Romero, O. R., Ternero, M. D. C. R., Rodriguez, J. R., Anton, G. S., & Castillo, F. S. (2014). *Redes locales*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- ESPOL. (2016). Diseño e Implementación de Redes Inalámbricas. Recuperado 18 de agosto de 2016, a partir de

<http://www.espol.edu.ec/es/dise%C3%B1o-e-implementaci%C3%B3n-de-redes-inal%C3%A1mbricas>

Gallegos López, Fabián Marcelo, & Pullas Rea, Gustavo Adolfo. (2010). *Análisis del espectro radioeléctrico y estudio para la implementación de una red de radio enlaces entre las unidades de turismo de los 7 municipios de la provincia de Bolívar* (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba- Ecuador.

Gómez, J. A. (2011). *Redes locales*. Editex.

IEEE. (2016). Recuperado 17 de agosto de 2016, a partir de <https://www.ieee.org/index.html>

Ing. Pignataro, Natalia. (2013). *Introducción a redes de acceso_2013.pdf*. Recuperado a partir de https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/67916/mod_resource/content/1/Introduccion%20a%20redes%20de%20acceso_2013.pdf

Luaces Novoa, José Manuel. (2013, marzo). *Seguridad en redes inalámbricas de área local (WLAN)*. Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado a partir de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/18804/6/jluacesTFC0113memoria.pdf>

Delgado Corozo, María Belén, & Jaramillo Garófalo, Abraham. (2014). *Estudio Comparativo de dos plataformas de radioenlace WLAN*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador. Recuperado a partir de http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-95862.pdf

Mohammed El Yaagoubi. (2012, octubre). *Acceso a Internet vía WiFiWiMax* (PROYECTO FIN DE CARRERA). Universidad Carlos III de Madrid, Leganés. Recuperado a partir de http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc_mohammed_el-yaagoubi_2012.pdf?sequence=1

Morocho, P. P. C. (2012, febrero). *Re-diseño del arreglo de antenas « Back to Back» del radioenlace de microonda entre las estaciones de San Juan y Chiriboga, del S.O.T.E en las bandas de 7 Ghz*. Escuela Politecnica Nacional- Facultad de ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito-Ecuador. Recuperado a partir de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4531/1/CD-4148.pdf>

Quinonez Mayolo, E. Y. (2012, octubre). *Análisis de un sistema de monitoreo y control a través de Cámaras IP, orientado a las MYPES de la ciudad de Esmeraldas* (Thesis). Recuperado a partir de <http://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/44>

Vázquez, P. G., Baeza, J. P., & Herías, F. A. C. (2010). *Redes y transmisión de datos*. Universidad de Alicante.

Wireless Networking in the Developing World. (2013). *Redes Inalambricas en Los Paises En desarrollo*. (L. Pietrosevoli, Trad.) (Edición: Forth). CreateSpace Independent Publishing Platform.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ARÉVALO LOZADA GINGER NATHALIE** con C.C: # 0930280102 autor del Trabajo de Titulación: **PROPUESTA DE MIGRACIÓN DE TECNOLOGÍA AIRMUX 200 HACIA RADWIN 2000 DEL SISTEMA DE RADIOENLACE DE ÚLTIMA MILLA DEL CLIENTE IESS CUENCA Y EL NODO HITOCRUZ** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 13 de Septiembre de 2016

ARÉVALO LOZADA GINGER NATHALIE

C.C: 0930280102



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	PROPUESTA DE MIGRACIÓN DE TECNOLOGÍA AIRMUX 200 HACIA RADWIN 2000 DEL SISTEMA DE RADIOENLACE DE ÚLTIMA MILLA DEL CLIENTE IESS CUENCA Y EL NODO HITOCRUZ		
AUTOR(ES)	ARÉVALO LOZADA, GINGER NATHALIE		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	ZAMORA CEDEÑO, NESTOR		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	12 de Septiembre de 2016	No. DE PÁGINAS:	87
ÁREAS TEMÁTICAS:	Redes Inalámbricas, Gestión de red		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	RADIO ENLACE, REDES INALÁMBRICAS, IEE 802.11, INTERFERENCIA, DATOS, ÚLTIMA MILLA		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>El presente trabajo de Titulación, tiene como tema principal presentar una propuesta de migración de tecnología Airmux 200 hacia Radwin 2000 del sistema de radioenlace de última milla del cliente less Cuenca y el nodo Hitocruz, con el objetivo principal de mitigar interferencias y problemas de capacidad del enlace, para así mejorar la calidad de servicio de datos (internet). Se reemplazará las radios Airmux 200 que da servicio al cliente less Cuenca por los equipos Radwin 2000, lo que brindará un sistema más robusto contra la saturación del espectro. Se utilizó el software "Path loss" para obtener el estudio radioeléctrico del nuevo enlace, ya que es una herramienta de diseño de ruta completa para enlaces.</p> <p>Debido al fácil acceso en la actualidad de la tecnología, con esta propuesta de los nuevos equipos es que brinden garantía de servicio, seguridad en la conexión y eficiencia. Existen ciertos equipos que se limitan a cierto rango de frecuencia, capacidad, potencia, distancia razón por la cual se enfoca en proponer una migración con tecnología RADWIN 2000 para futuros estudios comparativos con los AIRMUX 200</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-969557141	E-mail: gingernat_1990@hotmail.es	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	Teléfono: +593-9-68366762		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			