



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
COMUNICACIONES**

**TEMA:**

---

---

**RED INALÁMBRICA WIMAX PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO DE  
INTERNET EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO  
Y SECUNDARIO DEL CANTÓN QUERO.**

---

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**AUTOR:** Holguer David Manjarrés Altamirano

**TUTOR:** Ing. Giovanni Brito, M. Sc.

Ambato – Ecuador

JUNIO 2012

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación, nombrado por el H. Consejo superior de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato:

### **CERTIFICO:**

Que el trabajo de investigación: **“RED INALÁMBRICA WIMAX PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO DE INTERNET EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO Y SECUNDARIO DEL CANTÓN QUERO.”**. Presentado por el Sr. Holguer David Manjarrés Altamirano, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que el H. Consejo de pregrado designe.

Ambato, Junio del 2012

**EL TUTOR**

---

**Ing. Geovanni Brito, M. Sc.**

## AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado “ **RED INALÁMBRICA WIMAX PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO DE INTERNET EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO Y SECUNDARIO DEL CANTÓN QUERO.**”. Es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Junio del 2012

---

Holguer David Manjarrés Altamirano

C.I. 180398971-2

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La comisión calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Santiago Altamirano, M. Sc. e Ing. Marco Jurado, M. Sc., revisó y aprobó el informe final del trabajo de graduación titulado **“RED INALÁMBRICA WIMAX PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO DE INTERNET EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO Y SECUNDARIO DEL CANTÓN QUERO.”**, presentando por el señor Holguer David Manjarrés Altamirano de acuerdo con el Art. 18 del Reglamento de Graduación para obtener el Título de tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

---

Ing. Oswaldo Paredes Ochoa, M. Sc.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing Santiago Altamirano, M. Sc.  
DOCENTE CALIFICADOR

---

Ing Marco Jurado, M. Sc.  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo ha sido realizado por la jessed del ABBA, Baruk Hashem LeOlam.*

*A mi madre, Lucila Altamirano quien desde pequeño me ha forjado y ahora gracias a ella soy el hombre que soy, gracias por incentivar el deseo de estudio y preparación.*

*A mi padre, Holguer Manjarrés quien ha estado siempre pendiente de mi dándome ánimos y fuerza para terminar este trabajo.*

*A mis padres quienes me han enseñado que después de todo esfuerzo viene la recompensa y que el mejor regalo que me han regalado es el estudio muchísimas gracias por tan lindo regalo. Los amo!*

*A mi abuelito, Juan Altamirano que ahora ya no esta presente pero siempre vivirá en mi corazón.*

**HOLGUER DAVID MANJARRÉS  
ALTAMIRANO**

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento*

*A mi Director de Tesis, Ing. Geovanni Brito, M. Sc. por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.*

*A todos mis profesores que me guiaron y enseñaron un profundo agradecimiento.*

*A mi amiga Andrea Vaca por su paciencia y por ayudarme e indicarme los pilares básicos para esta presente proyecto.*

*A mi hermana que de alguna u otra manera siempre ha estado pendiente de mí.*

*A todos mis amigos que han estado presentes apoyándome y dándome ánimos.*

*HOLGUER DAVID MANJARRÉS  
ALTAMIRANO*

## Contenido

APROBACIÓN DEL TUTOR	i
AUTORÍA	ii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA	1
1.1. TEMA	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1. Contextualización	1
1.2.2. Análisis Crítico del Problema	2
1.2.3. Prognosis	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3.1. Preguntas Directrices	4
1.3.2. Delimitación del Problema	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	4
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	7
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	8

2.2.1. Base legal para la implementación de servicios de comunicación de datos.	8
2.2.2. Base legal del Municipio de Quero	8
2.3. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	11
2.3.1. Aplicaciones Multimedia	11
2.3.1.1. Elementos visuales	12
2.3.1.2. Elementos de audio	12
2.3.1.3. Elementos de organización	13
2.3.1.4. Redes de banda ancha.	13
2.3.1.5. Servicio de Internet	14
2.3.1.5.1. Servicio de Internet en las instituciones educativas de nivel primario y secundario.	14
2.3.1.5.2. Búsqueda de Información:	15
2.3.1.5.3. Correo Electrónico.	17
2.3.1.5.4. Estudios sobre el internet.	18
2.3.2. Telecomunicaciones.	19
2.3.2.1. Redes Inalámbricas.	20
2.3.2.1.1. Categorías de redes inalámbricas	21
2.3.2.1.2. Tipos de Estándares Wireless	21
2.3.2.1.3. Cobertura y estándares de las redes inalámbricas.	22
2.3.2.2. Red Inalámbrica Wimax.	23
2.3.2.2.1. Introducción	23
2.3.2.2.2. ESTÁNDAR 802.16 (Wimax)	24
2.3.2.2.3. Acceso bidireccional	26
2.3.2.2.4. Multiplexación de la información	28
2.3.2.2.5. Acceso en WiMAX	33
2.3.2.3. USO DEL ESPECTRO	33
2.3.2.3.1. Bandas de frecuencia	34

2.3.2.3.2. Uso libre o con licencia	38
2.3.2.4. TOPOLOGÍAS	40
2.3.2.4.1. Topología punto a punto	41
2.3.2.4.2. Topología punto a multipunto	42
2.3.2.4.3. Topología en nodos multipunto	42
2.3.2.4.4. Topología en nodos metropolitanos	43
2.3.2.4.5. Topología en nodos mixtos	44
2.3.3. Propagación de ondas	44
2.3.3.1. Modelo de propagación en el espacio libre.	44
2.3.3.2. Margen de desvanecimiento	47
2.3.3.7. Zona de Fresnel	50
2.3.3.8 Cálculo del Factor de Tolerancia C	52
2.3.3.9 Pérdidas Totales	53
2.3.3.9.1. Pérdidas Espacio Libre	54
2.3.3.9.2. Pérdidas en las Guías de Onda	54
2.3.3.9.4. Pérdidas por Circuladores	55
2.3.3.9.5. Pérdidas adicionales de propagación	55
2.4. HIPÓTESIS	56
2.5. VARIABLES	56
2.5.1. Variable Independiente	56
2.5.2. Variable Dependiente	56
CAPÍTULO III	57
METODOLOGÍA	57
3.1. ENFOQUE	57
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	58
3.2.1. Investigación de Campo	58

3.2.2. Investigación Documental – Bibliográfica	58
3.2.3. Proyecto Factible	58
3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	59
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	59
3.4.1. Población	59
3.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	60
3.6.1. Plan de recolección de la Información	60
3.6.2. Procesamiento de la Información	60
 CAPÍTULO IV	 61
 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	 61
4.1. Interpretación de datos de la Encuesta Realizada	61
4.2. Entrevista realizada	86
4.3. SITUACION ACTUAL	87
 CAPÍTULO V	 98
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 98
 CAPÍTULO VI	 100
 PROPUESTA	 100
6.1. Datos informativos.	100
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.	100
6.3. Justificación.	101
6.4. Objetivos.	102
6.4.1. Objetivo General.	102
6.4.2. Objetivos Específicos.	102
6.5. Análisis De Factibilidad	102
6.6. Fundamentación.	103

6.6.1. WiMAX	103
6.6.1.1. Características Principales de Wimax	105
6.6.1.2. Ventajas de Wimax	107
Las ventajas del sistema Wimax son las siguientes:	107
6.6.1.3. Limitaciones de Wimax	108
Las limitaciones del sistema Wimax son las siguientes:	108
6.6.2. Modulación en Wimax	108
6.6.2.1. OFDM	108
6.6.2.2. OFDM en WiMAX	110
6.6.2.2.1. Parámetros del Símbolo OFDM y de la Señal Transmitida	111
6.6.2.2. OFDMA en WiMAX	113
6.6.2.2.1. SOFDMA	114
6.7. Diseño de la red inalámbrica.	116
6.7.1. Ubicación Geográfica de las Instituciones	116
6.7.2. Nodos de repetición.	118
6.7.3. Cálculo de enlaces de Radio Frecuencia del nodo Principal.	120
6.7.3.1. Enlaces Punto a Punto	121
6.8. Diagrama General De La Red	124
6.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	125
6.9.1. Ubicación de las Instituciones	125
6.9.2. Topología de la Red	126
6.9.3. Protección contra rayos, descargas eléctricas y otras	127
6.9.4. Cableado	128
6.9.5. Requerimientos Técnicos	128
6.9.5.1. Estación Base	128
6.9.5.2. Terminales	131
6.9.5.3. Software de Gestión	134

6.9.5.4.	Consideraciones Técnicas Adicionales	136
6.10	. Diseño Lógico de la Red WiMAX	136
6.10.1.	Diseño de VLAN	137
6.10.2.	Direccionamiento IP	137
6.11.	Listado de equipos a utilizar	141
6.11.1.	Descripción de las cantidades de equipos general	141
6.12.	SELECCIÓN DE EQUIPOS	141
6.12.	LISTADO DE EQUIPOS PRESUPUESTO DE LA RED WIMAX	143
6.13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
6.13.1.	CONCLUSIONES	146
6.13.2.	RECOMENDACIONES	147
	BIBLIOGRAFÍA	149
	ANEXOS	151

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N.1:</b> Cuadro comparativo entre Wimax y WiFi	5
<b>Tabla N.2:</b> Cuadro porcentual pregunta 1	61
<b>Tabla N.3:</b> Cuadro porcentual pregunta 2	63
<b>Tabla N.4:</b> Cuadro porcentual pregunta 3	64
<b>Tabla N.5:</b> Cuadro porcentual pregunta 4	65
<b>Tabla N.6:</b> Cuadro porcentual pregunta 5	66
<b>Tabla N.7:</b> Cuadro porcentual pregunta 6	68
<b>Tabla N.8:</b> Cuadro porcentual pregunta 7, funcionamiento de una video conferencia	69
<b>Tabla N.9:</b> Cuadro porcentual pregunta 7, alternativas	70
<b>Tabla N.10:</b> Cuadro porcentual pregunta 8	72
<b>Tabla N.11:</b> Cuadro porcentual pregunta 9	74
<b>Tabla N.12:</b> Cuadro porcentual pregunta 10, servicio de internet	75
<b>Tabla N.13:</b> Cuadro porcentual pregunta 10, alternativas	75
<b>Tabla N.14:</b> Cuadro porcentual pregunta 11, horas de internet	77
<b>Tabla N.15:</b> Cuadro porcentual pregunta 11, alternativas	77
<b>Tabla N.16:</b> Cuadro porcentual pregunta 12	79
<b>Tabla N.17:</b> Cuadro porcentual pregunta 13, interferencia de señal transmitida	81
<b>Tabla N.18:</b> Cuadro porcentual pregunta 13, alternativas	81
<b>Tabla N.19:</b> Cuadro porcentual pregunta 14, ancho de banda a las instituciones	83
<b>Tabla N.20:</b> Cuadro porcentual pregunta 14, alternativas	84
<b>Tabla N.21:</b> Instituciones educativas, dirección, teléfono del Cantón Quero	87
<b>Tabla N.22:</b> Cuadro de personal de las instituciones educativas.	90
<b>Tabla N.23:</b> Cuadro estadístico de infraestructura y requerimientos	92
<b>Tabla N.24:</b> Principales características de los estándares 802.16 WIMAX	104
<b>Tabla N.25:</b> Tamaños de celda típicos y el rendimiento en la frecuencia de 3.5 GHz en diferentes entornos y configuraciones	107
<b>Tabla N.26:</b> Parámetros primarios del símbolo OFDM	111
<b>Tabla N.27:</b> Parámetros derivados del símbolo OFDM	112

<b>Tabla N.28:</b> Valores para los parámetros de la señal OFDM transmitida	112
<b>Tabla N.29:</b> Parámetros y valores que se obtienen utilizando distintos tamaños de la FFT	115
<b>Tabla N.30:</b> Desglose de las subportadoras para los casos de 5 y 10 MHz	115
<b>Tabla N.31:</b> Coordenadas geográficas y alturas de las Instituciones Educativas	116
<b>Tabla N.32:</b> Típicos niveles para BER para frecuencias 2.5MHz y 5MHz	134
<b>Tabla N.33:</b> Típicos niveles para BER para frecuencias $\leq 1.75$ MHz, 2.75MHz, 3.5MHz, 5MHz, 7MHz, 10MHz.	134
<b>Tabla N.34:</b> Tabla de identificación de Vlans	137
<b>Tabla N.35:</b> Direccionamiento IP para Quero	138
<b>Tabla N.36:</b> Direccionamiento Back-Bone	140
<b>Tabla N.37:</b> Listados de equipos	141
<b>Tabla N.38:</b> Comparación de equipos estación base y unidad de suscriptor.	140
<b>Tabla N.39:</b> Presupuesto de la Red WiMAX	143

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N.1:</b> Límites del Cantón Quero	8
<b>Figura N.2:</b> Categorías Fundamentales	10
<b>Figura N.3:</b> Posicionamiento de Estándares Wireless	21
<b>Figura N.4:</b> Métodos de Acceso bidireccional FDD y TDD	28
<b>Figura N.5:</b> Representación de OFDM en el tiempo	31
<b>Figura N.6:</b> Bandas de frecuencias libres	34
<b>Figura N.7:</b> Bandas de frecuencias licenciadas y no licenciadas.	35
<b>Figura N.8:</b> Zona de Fresnel	51
<b>Figura N.9:</b> Primera zona de Fresnel	51
<b>Figura N.10:</b> Factor de Tolerancia C	52
<b>Figura N.11:</b> Gráfico pregunta 1	62
<b>Figura N.12:</b> Gráfico pregunta 2	63
<b>Figura N.13:</b> Gráfico pregunta 3	64
<b>Figura N.14:</b> Gráfico pregunta 4	65
<b>Figura N.15:</b> Gráfico pregunta 5	67
<b>Figura N.16:</b> Gráfico pregunta 6	68
<b>Figura N.17:</b> Gráfico pregunta 7, funcionamiento de una video conferencia	70
<b>Figura N.18:</b> Gráfico pregunta 7, alternativas	71
<b>Figura N.19:</b> Gráfico pregunta 8	73
<b>Figura N.20:</b> Gráfico pregunta 9	74
<b>Figura N.21:</b> Gráfico pregunta 10	76
<b>Figura N.22:</b> Gráfico de barras pregunta 10	76
<b>Figura N.23:</b> Gráfico pregunta 11, horas de internet	78
<b>Figura N.24:</b> Gráfico pregunta 11, alternativas	78
<b>Figura N.25:</b> Gráfico pregunta 12	80
<b>Figura N.26:</b> Gráfico pregunta 13, interferencia de señal transmitida	82
<b>Figura N.27:</b> Gráfico pregunta 13, alternativas	82
<b>Figura N.28:</b> Gráfico pregunta 14, ancho de banda a las instituciones	84
<b>Figura N.29:</b> Gráfico pregunta 14, alternativas	85

<b>Figura N.30:</b> Accesos WiMAX	105
<b>Figura N.31:</b> Subportadoras ortogonales permiten traslape de sus espectros sin interferencias.	109
<b>Figura N.32:</b> Diagrama con las subportadoras de OFDM	110
<b>Figura N.33:</b> Estructura del símbolo OFDM en el dominio del tiempo	111
<b>Figura N.34:</b> Diagrama con la subcanalización utilizada en OFDMA	113
<b>Figura N.35:</b> Posición geográfica de las instituciones educativas en el Cantón Quero	118
<b>Figura N.36:</b> Perfil topográfico del enlace Puñalica - Municipio de Quero	121
<b>Figura N.37:</b> Notas de Instalación para Puñalica	122
<b>Figura N.38:</b> Rendimientos de las modulaciones del enlace Puñalica – Municipio de Quero	123
<b>Figura N.39:</b> Diagrama general de la red inalámbrica Wimax	124
<b>Figura N.40:</b> Topología de la red	127

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El propósito del presente proyecto se enmarca en el interés de realizar un diseño de una red inalámbrica con tecnología Wimax con el cual se brindara el Servicio de Internet a las instituciones educativas del Cantón Quero

En el primer capítulo se describe la problemática presente en las instituciones educativas en el Cantón Quero al no tener una tecnología inalámbrica implementada para brindar el Internet. Esta información sustenta el motivo de realización de este proyecto.

Basado en la información descrita en el primer capítulo, el segundo capítulo contiene datos de proyectos afines al presente, reglamentos que rigen el tema, información relacionada a las categorías fundamentales desprendidas del tema de investigación, permitiendo de esta manera el planteamiento de la hipótesis.

En el tercer capítulo, se exhibe la metodología a utilizar durante la investigación, los indicadores involucrados en la obtención de información técnica requerida para el desarrollo de la propuesta.

El capítulo cuarto presenta el análisis e interpretación de resultados obtenidos. Esta información, sirve para determinar los requerimientos de la propuesta, así como para documentar las condiciones del entorno de implementación. Con toda la información obtenida durante estos capítulos, en el capítulo quinto se expone las conclusiones y recomendaciones de la investigación hacia la propuesta.

El capítulo seis contiene la propuesta del proyecto, los requerimientos a considerar en la implementación, los datos técnicos de los elementos a utilizar, la metodología y el desarrollo mismo del proyecto.

## INTRODUCCIÓN

El documento expuesto a continuación, consiste en desarrollar un análisis de los diferentes factores que intervienen en el diseño de una red de acceso empleando la tecnología WiMAX para las instituciones educativas. El lugar elegido para el despliegue de dicha red es el Cantón Quero.

A lo largo de la investigación se plantean varias inquietudes que finalmente serán resueltas en la propuesta, capítulo más importante del presente trabajo, en el mismo está el diseño del proyecto aplicando los conceptos básicos de las redes de Telecomunicaciones.

Los servicios de Telecomunicaciones en la actualidad cada vez son más eficientes, prueba de ello es la constante evolución de las diferentes tecnologías y el desarrollo de otras nuevas que permiten estar a la altura de las exigencias tecnológicas.

La industria de las Telecomunicaciones ha puesto principal atención en el despliegue de las redes inalámbricas de banda ancha y en especial en el despliegue de las redes WiMAX por la capacidad de interconectar los equipos desde la radio base a los equipos locales de los clientes o cpe a mayores distancias y redes de cuarta generación 4G como una alternativa para la red de acceso.

El presente proyecto se desarrollará mediante la técnica de investigación de campo, a través de la cual se pretende determinar los siguientes aspectos para el diseño de la red y llegar a conclusiones específicas que posibiliten ofrecer alternativas al problema estudiado.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. TEMA**

Red Inalámbrica Wimax para proporcionar el servicio de Internet en las instituciones educativas de nivel primario y secundario del Cantón Quero.

#### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1. Contextualización**

Desde hace una época en Ecuador se viene dando el desarrollo de servicios de Telecomunicaciones, entre ellos el de Banda Ancha – Internet, lo que ha generado la creación de un sin número de empresas que ofertan este servicio aprovechando los distintos medios posibles de tx, como: cobre, fibra, aire, etc.

Dentro de la CNT E.P. existe un Plan Nacional de Conectividad, la misma que contempla la instalación de Internet gratuito en los establecimientos educativos fiscales, centros de salud públicos, cooperativas rurales registradas, centros de rehabilitación social.

Los establecimientos educativos han iniciado la solicitud del servicio de Internet que para los fines la CNT E.P. evalúa con que medios y cuales serian las

posibles soluciones para proveer el servicio requerido, entre ellos cable de cobre, F.O. y microondas.

En la provincia de Tungurahua, la demanda ha superado de manera significativa las metas y expectativas de ejecución de entrega del servicio de Internet de banda ancha. El eficiente servicio que la CNT E.P brinda a sus clientes se ve reflejado en el significativo incremento de puertos de internet banda ancha, así, a septiembre del 2011 la CNT E.P en su regional tres (Tungurahua, Chimborazo, Pastaza, Cotopaxi) cuenta con 44.904 puertos de internet banda es decir 319,50% más clientes a su cartera; en el 2008 solo se tenían 10.704 puertos de internet.

En el Cantón Quero no se cuenta con un servicio de Internet Banda Ancha, por tal motivo, para atender los requerimientos del servicio del sector es necesario analizar y proponer un proyecto de implantación de tecnología inalámbrica, mediante el cual se brinde el servicio a los establecimientos educativos, centros de salud públicos, cooperativas rurales registradas, centros de rehabilitación social hasta disponer de otros medios y/o proyectos masivos que la CNT E.P. implante dentro del sector.

### **1.2.2. Análisis Crítico del Problema**

Al no contar con un servicio de Internet en el Cantón Quero, la CNT E.P. requiere implementar una solución Inalámbrica Wimax para proporcionar el Servicio de Internet a las instituciones específicas citadas con anterioridad y así para el caso de las instituciones educativas mejorar el nivel de enseñanza hacia el alumnado brindando herramientas alternativas para investigación y consultas.

Con este proyecto la CNT E.P. pretende solucionar los problemas que persisten a nivel didáctico y económico dentro de las instituciones educativas fiscales, entre ellos podemos citar:

- El escaso conocimiento sobre manejo de computadores, en muchos casos se dictan clases de computación pero sin ninguna actividad práctica sobre la materia, es decir todo es marco teórico y sin los equipos y herramientas adecuadas para su enseñanza.
- El limitado acceso al servicio de Internet por parte de los alumnos del cantón al no poseer los recursos económicos para su adquisición dentro de sus hogares.
- La manipulación inadecuada de laboratorios de internet, la escasez de recursos que ocasiona tener un promedio de 3 a 4 estudiantes por computador en mucho de los casos.

Adicionalmente, mediante este tipo de soluciones y servicios, la CNT E.P. tiene la posibilidad de plasmar el Plan Nacional de Conectividad con un enfoque social.

### **1.2.3. Prognosis**

El no implementar una solución para brindar el servicio de internet ya sea con las tecnologías tradicionales o con un acceso inalámbrico con tecnología actualizada como es Wimax, impedirá a la CNT E.P. brindar el servicio citado para clientes finales y dependencias del cantón, por tal motivo, se propone el presente proyecto que define una solución a las instituciones educativas y salud de Quero.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Como incide el diseño de una red inalámbrica Wimax para proporcionar el Servicio de Internet en las instituciones educativas del Cantón Quero?

### **1.3.1. Preguntas Directrices**

- ¿Qué tecnologías inalámbricas están implementadas en el Cantón Quero?
- ¿Cuál es la factibilidad de implementar un diseño de red Wimax?
- ¿Por qué se considera importante el desarrollo de un diseño de red inalámbrica Wimax para proporcionar el Servicio de Internet en las instituciones educativas de nivel primario y secundario del Cantón Quero?

### **1.3.2. Delimitación del Problema**

La“RED INALÁMBRICA WIMAX PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO DE INTERNET EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO Y SECUNDARIO DEL CANTÓN QUERO.”, es un diseño que permitirá brindar mayor cobertura geográfica y ancho de banda en servicios de telecomunicaciones sobre el cantón objeto del presente proyecto. El presente estudio se ejecutó en aproximadamente seis meses (180 días calendario) y se consideró como población de encuestas a los rectores y personas encargadas de las instituciones educativas.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

La proyección de una red Wimax permitirá brindar el Servicio de Internet a las instituciones educativas del Cantón promoviendo el desarrollo de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones, para el caso que nos compete Banda Ancha.

Los principales beneficiados de este proyecto serán los niños alumnos de este Cantón, que tendrán acceso a nuevos servicios a través de internet y además indirectamente la comunidad en general.

Presentado el estudio, que es netamente teórico, se puede gestionar la asignación de recursos por parte del Gobierno Central para la realización e instalación del proyecto en forma práctica.

La tecnología Wimax fue tomada como propuesta dentro del presente proyecto por sus características y, es un complemento que se implementaría a la red existente de la CNT E.P., incluso incrementando el área de cobertura de la misma.

**Tabla N.1:** Cuadro comparativo entre Wimax y WiFi

	Wimax	WiFi
Estándar	802.16	802.11
Velocidad	124 Mbits/s	11-54 Mbits/s
Cobertura	40-70 km	50-100 m

**Fuente:** Compilado por el Investigador y Datos tomados desde <http://www.adslayuda.com/n1294-WiMax--un-nuevo-concepto-de-banda-ancha.html>

En la Tabla N.1 se indica que la cobertura en un sistema tipo WiFi va de los 50 a los 100 metros, con la tecnología WiMax se alcanza de 40 a 70 kilómetros. Esto permite extender el alcance de Internet inalámbrico a situaciones geográficas donde es complicado o imposible realizar un cableado convencional.

La implantación del diseño de la red inalámbrica WiMAX brindara soluciones a las necesidades de las instituciones educativas, las mismas que beneficiarán a los estudiantes quienes contarán con una mejor educación.

El desarrollo de este proyecto es factible por cuanto:

- La tecnología Inalámbrica Wimax a ocuparse en el presente proyecto nos brinda un mayor alcance de cobertura geográfica y permitirá llegar a las instituciones educativas geográficamente distantes.
- Se dispone de acceso a la información y requerimientos de la CNT E.P en el sector relacionado al presente estudio.
- Se cuenta con la guía de funcionarios de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, los mismos que presentan las características de los requerimientos que aseguren el cumplimiento de metas y objetivos en cada una de sus dependencias.

## **1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Diseñar una red inalámbrica Wimax para proporcionar el servicio de Internet en las instituciones educativas de nivel primario y secundario del cantón Quero.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar la situación actual del servicio de Internet en el cantón Quero.
- Determinar la factibilidad de implementación de una red inalámbrica con tecnología Wimax en el cantón Quero.
- Elaborar una propuesta de diseño de una red Wimax que permita el acceso del servicio de Internet a las instituciones educativas de nivel primario y secundario del cantón Quero.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

En la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica Ambato (UTA) se dispone del siguiente proyecto relacionado con el tema de investigación:

- Título: Diseño de una red inalámbrica Wimax con servicios de voz, datos y video para ampliar el espectro de comunicación del sector rural, área comprendida por la mancomunidad de municipios del frente sur occidental provincia de Tungurahua (Mocha, Quero, Tisaleo, Cevallos), Año: 2008. Autor: Danilo Rafael Tamayo Rosero y en cuyas conclusiones expone: “que considerando el tiempo de implementación en el presente proyecto con tecnología Wimax es mucho menor que la implementación del proyecto con red de cobre y fibra (Planta Externa)”, de lo cual se puede agregar que la vulnerabilidad y la interferencia en las redes inalámbricas son unos de los problemas más grandes que presentan dichas redes, en el diseño planteado con tecnología Wimax se presenta equipos que tienen seguridades incorporadas.

## 2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

### 2.2.1. Base legal para la implementación de servicios de comunicación de datos.

La implementación de los servicios de comunicación de datos está regulada por el CONATEL, la cual determina la normativa para quienes deseen prestar los servicios de comunicación dentro de los cuales se incluye los servicios de valor agregado, en esta dependencia se puede solicitar los permisos necesarios para proveer principalmente el servicio de Internet de forma legal. Para mayor información visitar ([www.conatel.gov.ec](http://www.conatel.gov.ec)) que es la página web del CONATEL.

### 2.2.2. Base legal del Municipio de Quero

El Cantón Quero, es uno de los nueve cantones de la Provincia de Tungurahua, situado al sur oeste de la misma, a una distancia de 20 kilómetros de la Ciudad de Ambato, creado mediante Decreto Supremo, bajo la presidencia del General Guillermo Rodríguez Lara, el 27 de Julio de 1972. Su cabecera Cantonal es la Ciudad de Quero, situada geográficamente a 78° 30' latitud sur y 1° 15' longitud oeste, a una altura media de 3.038 m.s.n.m., el clima de la zona es agradable, alcanzando temperaturas que fluctúan entre los 12° y 18° C.

## UBICACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL



**Figura N.1:** Límites del Cantón Quero

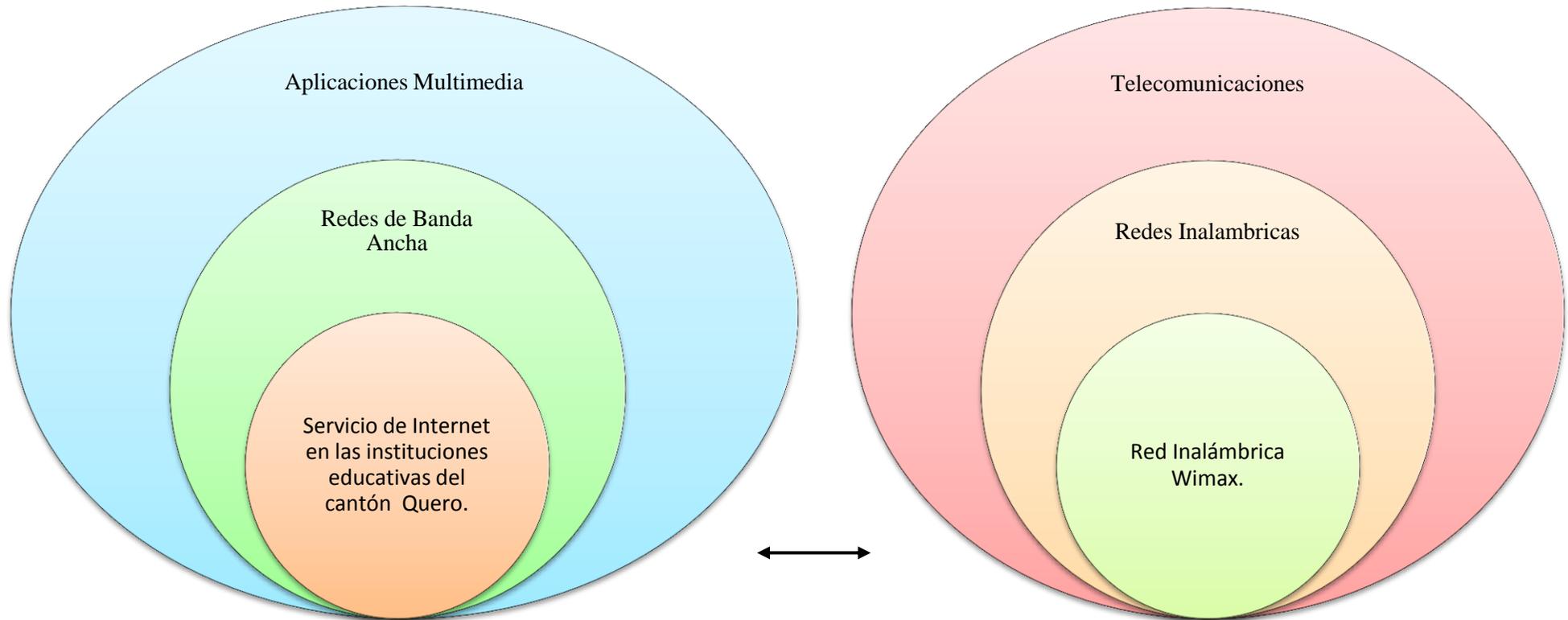
**Fuente:** [http://www.quero.gob.ec/images/stories/Fotos/c\\_division.gif](http://www.quero.gob.ec/images/stories/Fotos/c_division.gif)

En la Figura N.1 Se indica que el Cantón Quero se encuentra ubicado en la parte sur-oeste de la Provincia de Tungurahua, limitado por los Cantones, al norte Cevallos, al sur Cantón Guano (Provincia de Chimborazo), al este Pelileo y al Oeste Mocha.

Su extensión territorial es de 179 Km<sup>2</sup>, de los cuales 123 hectáreas son urbanas, 45 Km<sup>2</sup> corresponden a la Parroquia Yanayacu y 35 Km<sup>2</sup> a Rumipamba.

La jurisdicción del Cantón, está estructurado por las parroquias: La Matriz, cuya cabecera cantonal es la Ciudad de Quero, y las Parroquias rurales Yanayacu y Rumipamba, además se encuentra integrado por comunidades jurídicas dentro del Cantón, siendo las siguientes:

## GRÁFICAS DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



**Figura N.2:** Categorías Fundamentales

**Fuente:** Investigador

## **2.3. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.3.1. Aplicaciones Multimedia**

El término Multimedia en el mundo de la computación es la forma de presentar información que emplea una combinación de texto, sonido, imágenes, vídeo y animación.

Entre las aplicaciones informáticas multimedia más comunes podemos mencionar juegos, programas de aprendizaje y material de referencia. La mayoría de las aplicaciones multimedia incluyen asociaciones predefinidas conocidas como hipervínculos o enlaces, que permiten a los usuarios moverse por la información de modo intuitivo.

La conectividad que proporcionan los hipertextos hace que los programas multimedia no sean presentaciones estáticas con imágenes y sonido, sino una experiencia interactiva infinitamente variada e informativa. Las aplicaciones multimedia son programas informáticos, que suelen estar almacenados en CD-ROMs y claro que pueden residir en páginas de Web.

La vinculación de información mediante enlaces se consigue mediante programas o lenguajes informáticos especiales como el HTML empleado para crear páginas web. Las aplicaciones multimedia suelen necesitar más memoria y capacidad de proceso que la misma información representada exclusivamente en forma de texto. Una computadora multimedia también necesita memoria adicional para ayudar al CPU a efectuar cálculos y permitir la representación de complejos gráficos en la pantalla. Además necesita un disco duro de alta capacidad para almacenar y recuperar información multimedia, así como una unidad de CD-ROM o acceso al web para obtener los archivos necesarios.

### **2.3.1.1. Elementos visuales**

Cuanto mayor y más nítida sea una imagen, más difícil es de presentar y manipular en la pantalla de una computadora. Las fotografías, dibujos, gráficos y otras imágenes estáticas deben pasarse a un formato que el ordenador pueda manipular y presentar. Entre esos formatos están los gráficos de mapas de bits y los gráficos vectoriales.

Los gráficos de mapas de bits almacenan, manipulan y representan las imágenes como filas y columnas de pequeños puntos. En un gráfico de mapa de bits, cada punto tiene un lugar preciso definido por su fila y su columna. Algunos de los formatos de gráficos de mapas de bits más comunes son el Graphical Interchange Format (GIF), el Tagged Image File Format (TIFF) y el Windows Bitmap (BMP).

Para obtener, formatear y editar elementos de vídeo hacen falta componentes y programas informáticos especiales. Los archivos de vídeo pueden llegar a ser muy grandes, por lo que suelen reducirse de tamaño mediante la compresión. Algunos formatos habituales de compresión de vídeo son el Audio Video Interleave (AVI), el QuickTime y el Motion Picture Experts Group (MPEG o MPEG2).

### **2.3.1.2. Elementos de audio**

El sonido, igual que los elementos visuales, tiene que ser grabado y formateado de forma que la computadora pueda manipularlo y usarlo en presentaciones. Algunos tipos frecuentes de formato audio son los archivos de forma de onda (WAV), el Musical Instrument Digital Interface (MIDI), El MPG, MP3, VQF).

Los archivos WAV, MP3 y VQF almacenan los sonidos propiamente dichos, como hacen los CD musicales o las cintas de audio. Los archivos WAV pueden ser muy grandes y requerir compresión, lo que se ha logrado con el MP3 y el VQF. Los archivos MIDI no almacenan sonidos, sino instrucciones que permiten a unos dispositivos llamados sintetizadores reproducir los sonidos o la música.

#### **2.3.1.3. Elementos de organización**

Los elementos multimedia incluidos en una presentación necesitan un entorno que empuje al usuario a aprender e interactuar con la información.

Entre los elementos interactivos están los menús desplegables, pequeñas ventanas que aparecen en la pantalla del ordenador con una lista de instrucciones o elementos multimedia para que el usuario elija.

Las barras de desplazamiento, que suelen estar situadas en un lado de la pantalla, permiten al usuario moverse a lo largo de un documento o imagen extensa.

Los hipervínculos o enlaces conectan creativamente los diferentes elementos de una presentación multimedia a través de texto coloreado o subrayado o por medio de iconos, que el usuario señala con el cursor y activa pulsándolos con el mouse.

#### **2.3.1.4. Redes de banda ancha.**

Banda ancha en telecomunicaciones es la transmisión de datos por la cual se envían simultáneamente varios segmentos de información, con el objeto de incrementar la velocidad de transmisión efectiva. En ingeniería de redes este término se utiliza también para los métodos en donde dos o más señales comparten un medio de transmisión.

Algunas de las variantes de los servicios de línea de abonado digital (del inglés Digital Subscriber Line, DSL) son de banda ancha en el sentido de que la información se envía sobre un canal y la voz por otro canal, como el canal ATC, pero compartiendo el mismo par de cables. Los módems analógicos que operan con velocidades mayores a 600 bps también son técnicamente banda ancha, pues obtienen velocidades de transmisión efectiva mayores usando muchos canales en donde la velocidad de cada canal se limita a 600 baudios.

Por ejemplo, un módem de 2400 bps usa cuatro canales de 600 baudios. Este método de transmisión contrasta con la transmisión en banda base, en donde un tipo de señal usa todo el ancho de banda del medio de transmisión, como por ejemplo Ethernet 100BASE-T.

Es una tecnología de módems que permite el tráfico de datos se realice a una velocidad extraordinaria a través de una línea telefónica convencional. Además se puede mantener una conversación por teléfono mientras se está navegando por Internet.

### **2.3.1.5. Servicio de Internet**

#### **2.3.1.5.1. Servicio de Internet en las instituciones educativas de nivel primario y secundario.**

Toda tecnología que ingresa a la escuela tiene sus tiempos - a veces largos - para que produzca cambios en las prácticas educativas y que pueda ser utilizada provechosamente por docentes y alumnos. Una tecnología como Internet, tan imbricada con el mercado y que significa costos adicionales para las escuelas, es probable que en estos marcos de recesión, falta de inversión estatal y bajos salarios docentes, tarde muchos años en ser un insumo de uso democrático y habitual para todas las escuelas, docentes y alumnos.

Según datos del Ministerio de Educación, el 5 % de los docentes tiene conexión domiciliaria a Internet. Sin embargo, que un docente esté conectado en el propio hogar no implica "automáticamente" que ese mismo sujeto visualice en la Red posibilidades pedagógicas.

Cabe agregar que los "usos sociales" de Internet pueden ir por distintas vías que los "usos escolares". Así, si bien la demanda de incorporación de Internet en la escuela aparece por la vía de los padres, de los formadores de opinión o del mercado, la Red no es percibida aún como una necesidad por amplias franjas de la comunidad docente.

A pesar de los anteriores señalamientos, Internet ha ingresado en muchas escuelas del país. Desde hace poco más de un lustro diversas escuelas comenzaron a conectarse a la Red por iniciativa propia o en el marco de algún programa educativo. ¿Qué se ha hecho en las escuelas con la Red? ¿Qué tipo de experiencias se han desarrollado? ¿Qué impactos ha producido en las prácticas?

A grandes rasgos, los usos de Internet en la escuela se han centrado en los siguientes aspectos:

- Búsqueda de información
- El correo electrónico

#### **2.3.1.5.2. Búsqueda de Información:**

Internet brinda a sus usuarios una enorme cantidad de información que no sólo incluye textos sino también imágenes, sonidos, gráficos, etc. En este sentido, Juan Carlos Asinsten, autor de diversos libros sobre informática educativa y docente en la Universitario del curso de Informática Educativa para Nivel Inicial y Primario, sostiene que "si el problema de la escuela es la falta de información, Internet es una herramienta espectacular para solucionarlo

Pero este no es un problema, pues el tipo de información que muchas veces la escuela encuentra en Internet se puede hallar en una biblioteca más o menos provista. En Internet no hay respuestas, hay sólo datos con los que luego hay que trabajar. Esto saca a la luz una deuda de la formación docente pues en ella no hay ninguna etapa donde se enseñe a manipular información.

Y esto requiere muchas habilidades pues la información debe ser clasificada, jerarquizada, sistematizada y luego elaborada. Salvo los bibliotecarios que tienen una formación básica para manejar distinto tipo de datos e información, hay un gran déficit en este sentido.

La Red es un recurso que muchos alumnos utilizan habitualmente para la realización de sus tareas escolares. La facilidad para bajar textos de Internet y pasarlos a los procesadores de textos ha provocado que muchas investigaciones escolares terminan siendo plagios de información que los alumnos obtienen navegando.

En la actualidad la información que se obtiene en Internet permite una fácil impresión y hacer presentaciones prolijas para los parámetros escolares. Si el docente no percibe la copia, el proceso pedagógico finaliza con una buena nota sobre el producto final pero sin ningún tratamiento de la información obtenida durante el proceso de búsqueda.

No todos son aspectos negativos. Abrir el aula a la enorme diversidad de información que circula en Internet rompe con cierto control histórico que ejercieron los docentes sobre los textos que circulan en el aula. Esto a veces incomoda a los maestros y profesores. A mayor información, disminuyen las posibilidades que tienen de tomar contacto con tanta diversidad de fuentes y autores.

La enorme cantidad de información disponible en Internet trae aparejado un problema no menor: la validación de las fuentes consultadas. Un estudio realizado en la universidad canadiense de Sherbrooke sobre alumnos de escuelas medias de Ontario constató que para los jóvenes todas las informaciones que circulan en la Red tienen "el mismo valor", ya sean que provengan de fuentes gubernamentales, empresariales, de agrupaciones ciudadanas, de universidades o de simples individuos.

#### **2.3.1.5.3. Correo Electrónico.**

Para muchas escuelas el correo electrónico se ha convertido en un valioso canal para comunicarse con otras instituciones, sean estas educativas, gubernamentales o empresariales o de la sociedad civil. También, se han implementado experiencias de investigación en las que distintas instituciones alejadas geográficamente abordan los mismos temas y luego comparan los resultados obtenidos.

A través de uso del correo electrónico se han constituido gran cantidad de foros de debate educativo. Así, los docentes "cibernautas" se han agrupado según sus intereses pedagógicos. Hay otros usos de Internet que han abierto nuevas posibilidades a las escuelas y los docentes.

Una muy importante es la apertura de nuevas formas de capacitación a distancia. Para los docentes que cuentan con Internet en sus hogares la posibilidad de acceder a cursos o carreras ofrecidas a través de la Red amplía las ofertas de capacitación a las que tienen acceso.

En la actualidad hay gran cantidad de universidades y centros de capacitación que han desarrollado instancias de educación las que, en general, han tenido una amplia respuesta de los docentes.

#### **2.3.1.5.4. Estudios sobre el internet.**

En nuestro país no se han realizado aún muchos estudios que exploren y esclarezcan los modos en que las escuelas generan estrategias para la incorporación de Internet, ni las formas en que los docentes y alumnos se apropian de ese recurso.

Los resultados a los que se arriba en el estudio indican que las escuelas privadas favorecían la incorporación a Internet y la accesibilidad por parte de alumnos y docentes en espacios y momentos no áulicos. Por su parte, la escuela estatal había logrado conectarse a la Red usando recursos aportados por la cooperadora, pero había fuertes carencias y dificultades para su uso.

En las tres escuelas el uso de Internet se asociaba mayoritariamente a la búsqueda de información. En las escuelas privadas, con más experiencia en el uso del recurso, los docentes manifestaron que incorporar Internet al trabajo del aula requería el desarrollo de dispositivos didácticos específicos y de mucho tiempo de planificación.

Para todas las escuelas de la muestra conectarse por línea telefónica implicaba la imposibilidad de usar el teléfono. Las conexiones por cable son todavía muy caras para la mayoría de los presupuestos escolares. En este sentido, los docentes y los directores señalaron las múltiples dificultades que implica el uso pedagógico de Internet. La lentitud de la conexión telefónica trae aparejada un importante tiempo de espera en la que los docentes sienten "que se pierde tiempo" y se desordena el trabajo del aula.

Uno de los problemas visualizados por los docentes es que la Red es un espacio ecléctico en el que existe material "inapropiado" para los esfuerzos educativos (particularmente juegos, pornografía y violencia).

Los docentes critican la falta de esfuerzo oficiales para ampliar la cobertura de Internet en las escuelas, la falta de apoyo de las direcciones escolares y las carencias de equipamiento. En las respuestas obtenidas se observan esfuerzos autónomos por incorporar el uso de Internet en sus prácticas ya que pocos señalan haber participado de instancias de capacitación sobre la temática.

La Red es una fuente de inspiración toda vez que la utilizan para ver qué hacen otros docentes, ya sea comunicándose en foros y listas de correo o buscando planificaciones e ideas para sus clases. Más de la mitad de los encuestados usa la Red para buscar información relevante, casi un cuarto la ve como un medio ideal de comunicación entre pares, y un poco más del 20% la usa para ayudar a sus alumnos directa o indirectamente.

### **2.3.2. Telecomunicaciones.**

La tendencia actual en telecomunicaciones es la convergencia de servicios, tecnologías, estándares; los cuales deben estar soportados por accesos de banda ancha, en la actualidad este tipo de acceso está limitado a las grandes ciudades y a los sectores con recursos económicos para utilizar estos servicios. WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), una tecnología reciente basada en el estándar IEEE 802.16 promete ser la tecnología que proveerá servicios de banda ancha en todo tipo de ambientes urbanos y rurales; zonas donde los operadores pueden suministrar diferentes servicios con inversiones bajas y despliegue rápido de tecnología, además, el servicio puede ser prestado en bandas no licenciadas, lo que aún más bajará los costos de operación.

Las actividades de trabajo sobre el estándar IEEE 802.16 iniciaron en 1998, sin embargo, la primera versión del estándar fue completado en Octubre de 2000 (IEEE 802.16-2001) y publicado el 8 de abril de 2002, éste define la interfaz de aire y la capa de enlace MAC (Medium Access Control) para redes inalámbricas de área

metropolitanas (Wireless MAN), con la intención de proveer banda ancha inalámbrica para servicios de voz y datos con usos residenciales y empresariales.

Esta primera versión está considerada solo para usuarios fijos. El estándar fue diseñado con capa MAC que soportara diferentes interfaces de aire, pero con capa física dependiendo del uso del espectro y de las regulaciones existentes.

El estándar aprobado en el 2001, se concentró en las bandas de frecuencias de 10 a 66 GHz. Un nuevo proyecto de reforma (amendment) denominado IEEE 802.16a aprobado antes de finalizar el 2002 extendió el rango de trabajo a las bandas de frecuencia de 2 a 11 GHz, incluyendo de esta forma bandas licenciadas y no licenciadas en las diferentes regulaciones.

#### **2.3.2.1. Redes Inalámbricas.**

El término **red inalámbrica** (*Wireless network*) en inglés es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física (cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de puertos.

Una de sus principales ventajas es notable en los costos, ya que se elimina todo el cable Ethernet y conexiones físicas entre nodos, pero también tiene una desventaja considerable ya que para este tipo de red se debe de tener una seguridad mucho más exigente y robusta para evitar a los intrusos.

En la actualidad las redes inalámbricas son una de las tecnologías más prometedoras.

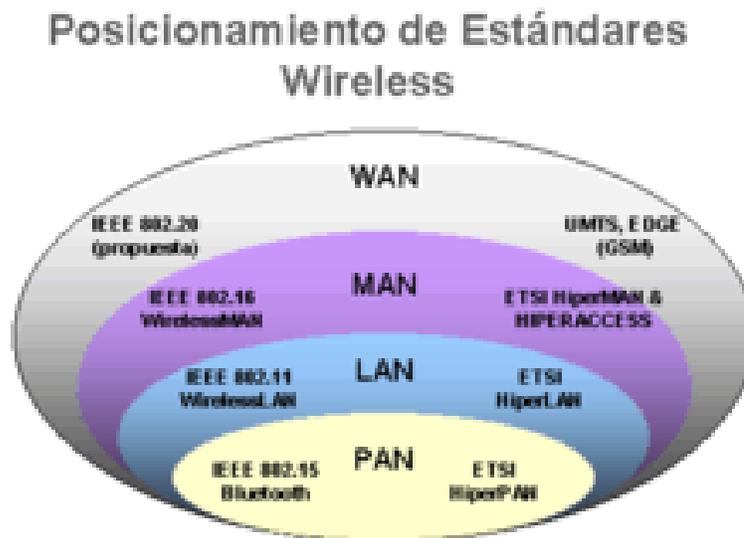
### 2.3.2.1.1. Categorías de redes inalámbricas

Existen dos categorías de las redes inalámbricas.

**Larga distancia:** estas son utilizadas para distancias grandes como puede ser otra ciudad u otro país.

**Corta distancia:** son utilizadas para un mismo edificio o en varios edificios cercanos no muy retirados.

### 2.3.2.1.2. Tipos de Estándares Wireless



**Figura N.3:** Posicionamiento de Estándares Wireless

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tipus\\_xarxa.gif](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tipus_xarxa.gif)

En la Figura N.3 se indica varios tipos de redes inalámbricas entre los principales tenemos: PAN, LAN, MAN, WAN cada una de ellas tiene sus características propias aquellas que son explicadas posteriormente.

### **2.3.2.1.3. Cobertura y estándares de las redes inalámbricas.**

Según su cobertura las redes inalámbricas, se pueden clasificar en diferentes tipos:

#### **a. Wireless Personal Area Network**

Wireless Personal Area Network o redes de cobertura personal, son aquellas que están basadas en Home RF (estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y los ordenadores mediante un aparato central); Bluetooth (protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1); ZigBee(basado en la especificación IEEE 802.15.4 y utilizado en aplicaciones como la domótica, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo); RFID (sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio).

#### **b. Wireless Local Area Network**

Wireless Local Area Network o redes de área local son aquellas donde se puede encontrar tecnologías inalámbricas basadas en HiperLAN (del inglés, *High Performance Radio LAN*), un estándar del grupo ETSI, o tecnologías basadas en Wi-Fi, que siguen el estándar IEEE 802.11 con diferentes variantes.

#### **c. Wireless Metropolitan Area Network**

Wireless Metropolitan Area Network o redes de área metropolitana en estas redes se encuentran tecnologías basadas en WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*, es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WiMAX es un protocolo parecido a Wi-Fi, pero con más cobertura y ancho

de banda. También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (*Local Multipoint Distribution Service*).

#### **d. Wireless Wide Area Network**

Wireless Wide Area Network o Red inalámbrica de área amplia es aquella en donde se encuentran redes de tecnologías como UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), utilizada con los teléfonos móviles de tercera generación (3G) y sucesora de la tecnología GSM (para móviles 2G), o también la tecnología digital para móviles GPRS (*General Packet Radio Service*).

#### **2.3.2.2. Red Inalámbrica Wimax.**

##### **2.3.2.2.1. Introducción**

Wimax o “Worldwide Interoperability for Microwave Access”, es otro ETSI HyperMAN, que tiene como principal objetivo la creación de redes inalámbricas de área metropolitana de banda ancha.

Una tecnología de última milla, que permite transmitir datos, voz y video con estaciones que pueden soportar miles de usuarios con y sin línea de vista.

WiMAX es un estándar de comunicación radio de última generación, promovido por el IEEE y especialmente diseñado para proveer accesos vía radio de alta capacidad a distancias inferiores a 80 kilómetros y con tasas de transmisión de hasta 1Gb.

Las soluciones WiMAX se pueden aplicar en multitud de escenarios (enlaces punto a punto, redes metropolitanas, cobertura de hot-spots Wi-Fi, redes empresariales, backbones, etc...) con altas garantías de disponibilidad y estabilidad.

El funcionamiento de Wimax es similar a WiFi pero a velocidades superiores, mayores distancias y un elevado número de usuarios, por lo que la hace bastante atractiva para soluciones de banda ancha en áreas suburbanas y rurales.

Wimax se destaca principalmente por:

- Trabaja en bandas licenciadas y exentas de licencia.
- Incorpora soporte para tecnologías “Smart antenas” que mejoran la eficiencia y la cobertura.
- Incluye mecanismos de modulación adaptativa, mediante los cuales la estación base y el equipo de usuario se conectan utilizando la mejor de las modulaciones posibles.
- Trabaja en entornos LOS y NLOS”

#### **2.3.2.2.2. ESTÁNDAR 802.16 (Wimax)**

WiMAX es un acrónimo de Worldwide Interoperability for Microwave Access, una marca de referencia para productos que pasan la conformidad y los test de interoperatividad de los estándares 802.16. IEEE802.16 es el grupo de trabajo del IEEE especializado en acceso punto a multipunto de banda ancha

El estándar original WiMAX, 802.16, especifica la tecnología para el rango de 10-66 GHz. Posteriormente, 802.16a añadió soporte para el rango de 2 a 11 GHz, donde algunas bandas no requieren licencia, o sólo precisan una simple autorización. Los esfuerzos se están centrando en esta variación del estándar. La ventaja principal se centra en la posibilidad de realizar comunicaciones sin disponer de línea de vista, haciendo un uso eficiente de las tecnologías existentes, pero sin desafiar a las leyes de la física.

Una característica importante del estándar es que define una capa MAC que soporta múltiples especificaciones físicas (PHY). Esto es vital a la hora de permitir a los fabricantes su diferenciación respecto a la competencia y por lo que se considera el estándar como un marco de trabajo para la evolución de tecnologías inalámbricas. WiMAX puede ser descrito como el intento de mezclar muchas tecnologías para cubrir varias necesidades en un espectro amplio, con la diferencia de que este a este foco vago se le están sacando rentabilidades prácticas.

Mientras en WiFi se utilizaba CSMA-CD, en WiMAX está organizado de manera que el usuario sólo tiene que competir una vez por la estación base. Tras lo cual se le asigna un slot temporal.

En diciembre de 2001 el IEEE aprobó el estándar 802.16, que definía sistemas punto-multipunto pero dentro del área entre los 10 y 66 GHz, que necesitaba línea de vista. El estándar 802.16a fue aprobado en enero de 2003, trasladando la banda de frecuencias entre 2 y 11 GHz, lo que permitía conexiones sin visión directa. Poco después se estableció el WiMAX Forum, encargado de proveer un sistema de certificación para asegurar la interoperatividad entre equipamiento de diferentes fabricantes.

Además, se define un estándar 802.16d de manera que se defina una capa física que pueda ser usada por un amplio número de frecuencias. 802.16 proporciona perfiles del sistema detallados. Tanto 802.16a como 802.16c conforman el 802.16-2001.

El estándar actual 802.16 es el IEEE 802.16-2004, aprobado en Junio de 2004, convirtiendo en obsoleto el anterior 802.16-2001, junto con las versiones 802.16a y 802.16c. El estándar 802.16-2004 se refiere solo a sistemas estáticos.

La revisión 802.16e es la que añade movilidad al sistema, que fue aprobada a lo largo de 2005. Sin esta revisión, sólo se pueden recibir datos en una celda, perdiendo la conexión en el caso de que el usuario cambie de celda.

### **2.3.2.2.3. Acceso bidireccional**

El Acceso bidireccional tiene una característica dúplex, es decir, existe una transmisión y recepción en los dos extremos. Como ambas comunicaciones comparten el mismo medio, es necesario establecer algún mecanismo para el control del acceso. Los métodos principales son FDD (basado en reparto de la frecuencia) y TDD (reparto temporal).

El estándar WiMAX soporta ambas técnicas de transmisión. Las soluciones para bandas licenciadas recurren a las técnicas FDD, mientras que las orientadas a bandas libres usan la técnica TDD. De todas maneras, dentro de las bandas existe cierta flexibilidad a la hora de usar cada tipo de tecnología.

#### **a. FDD**

Técnica Frequency Division Duplex, o transmisión bidireccional por división en frecuencia, es aquella que se basa en la utilización de dos bandas diferentes de frecuencia para la transmisión, una para el envío y otra para la recepción. Esta técnica es la utilizada en telefonía móvil de segunda generación (GSM) y tercera generación. Como desventaja tiene el hecho de tener que recurrir a buenos filtros separadores de frecuencia (ya que se tratan normalmente de bandas conexas). Este tipo de filtros reciben el nombre de duplexores.

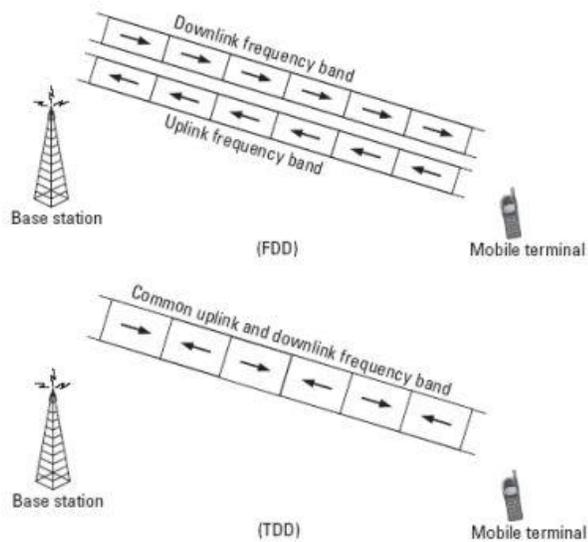
Está técnica es la que mejor se adapta al tráfico de voz, ya que permite tener un retardo mínimo, pero, por contra es la que requiere una implementación más costosa, principalmente por la adquisición de la licencia para operar en el espectro.

Además, presenta la ventaja de no tener que recurrir a bandas de guardia temporales como en el caso TDD. En general, se recomienda su utilización en entornos con patrones de tráfico predictivos, donde el coste del equipamiento sea más importante que la eficiencia espectral.

## **b. TDD**

Técnica Time Division Duplex, o transmisión bidireccional por división en tiempo, es aquella que utiliza una única banda de frecuencia para envío y recibo de la información, compartiendo los periodos de transmisión.

Esto provoca que los retardos de transmisión limiten el tamaño de las celdas. Es una técnica muy eficiente para tráfico asimétrico, ya que se adapta al perfil del tráfico, por lo que se considera más adecuado para perfiles con descargas masivas de internet, por ejemplo. Ésta es la técnica utilizada en telefonía DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications, (Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente) y en redes inalámbricas. En general se usa en entornos donde nos están disponibles pares de frecuencia.



**Figura N.4:** Métodos de Acceso bidireccional FDD y TDD

**Fuente:** [http://www.umtsforum.net/pdf/wimax\\_quobis.pdf](http://www.umtsforum.net/pdf/wimax_quobis.pdf)

En la Figura N.4 se muestra los principales métodos de accesos bidireccionales como se puede observar FDD utiliza dos bandas de frecuencias, una para subida otra para bajada, mientras que para TDD utiliza la misma banda de frecuencia para subida como para bajada.

#### 2.3.2.2.4. Multiplexación de la información

Por multiplexación entendemos el proceso donde múltiples canales de información se combinan en un canal de transmisión. Existen dos métodos de multiplexación principales: TDM (multiplexación en tiempo) y FDM (multiplexación en frecuencia), en función del recurso que comparten.

En FDM muchos canales se combinan repartiendo rangos de frecuencias espectrales, de manera similar al FDD, teniendo que reservada bandas de guardia para evitar solapamientos. Para conseguir una mayor eficiencia se ha desarrollado el método OFDM.

### **a. OFDM**

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) es una técnica de multiplexación multiportadora que proviene de la década de 1960, pero que ha resurgido en la actualidad por sus aplicaciones en transmisiones inalámbricas. En cuanto a sus aplicaciones, además de las relacionadas con el uso militar de sus orígenes, está presente en la ADSL, DAB (radio digital europea), DVB-T (televisión digital terrestre), junto a las ya mencionadas en comunicaciones inalámbricas Wi-Fi (802.11a) y WiMAX.

La base del OFDM reside en la combinación de múltiples portadoras moduladas solapadas espectralmente, pero manteniendo las señales moduladas ortogonales, de manera que no se producen interferencias entre ellas. Además, es posible utilizar diferentes técnicas de modulación entre portadoras, con lo cual se consigue una funcionalidad extra.

En recepción las portadoras deben ser separadas antes de demodular. En las técnicas de multiplexación tradicionales FDM, se utilizaban filtros pasa banda en cada una de las frecuencias, por lo que además de no solapar las bandas, era obligatoria .La reserva de bandas de guardia.

Un método de conseguir una mayor eficiencia espectral es solapar las portadoras, mediante el uso de una DFT tanto en modulación como en demodulación, que es en lo que se basa el OFDM. Para ello se hace coincidir los lóbulos espectrales principales con los nulos del resto de portadoras, manteniendo la señal ortogonal.

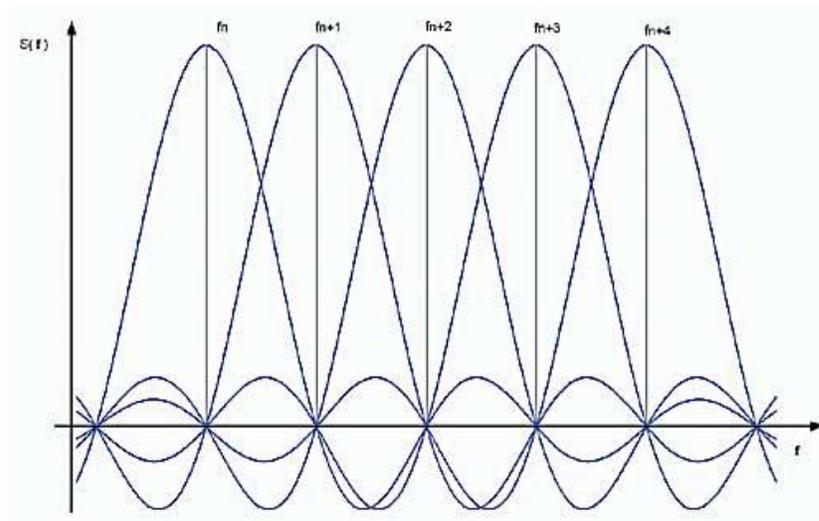
De esta manera es posible incrementar la eficiencia espectral, sin tener interferencia entre los canales. Pese a ello, en implementaciones reales existe una pequeña interferencia, que provoca que se pierda mínimamente la ortogonalidad.

Otra ventaja del OFDM, que es la causa por la que se ha popularizado en la tecnología WiMAX, es la capacidad para gestionar los diferentes retardos que se producen en señales que padecen multitrayecto. En un canal radio estos efectos se traducen en la no respuesta plana del canal, la aparición de nulos, etc... Que normalmente conducen a la pérdida completa de la señal.

Además, estos multitrayectos pueden producir interferencia entre símbolos, provocado por los diferentes retardos, que hace que se mezclen símbolos consecutivos. Esto se soluciona mediante la utilización de un periodo de guardia para cada símbolo OFDM, trasladando la misma idea que se utiliza en FDM.

Por contra, presenta las desventajas de ser más sensible que las técnicas tradicionales al desfase en frecuencia o desfase en la sincronización temporal. Además, por su carácter ortogonal, presenta una elevada relación peak-to-average, condicionando el tipo de amplificadores que se pueden utilizar.

La distribución de datos sobre muchas portadoras hace que alguno de los bits transmitidos pueda ser recibido de manera errónea. Es por ello que se hace imprescindible utilizar mecanismos de corrección de errores, que añaden bits adicionales en la transmisión, pero que hacen posible la corrección de dichos errores.



**Figura N.5:** Representación de onda OFDM

**Fuente:** [http://www.umtsforum.net/pdf/wimax\\_quobis.pdf](http://www.umtsforum.net/pdf/wimax_quobis.pdf)

En la Figura N.5 se indica como actúa una onda OFDM con sus respectivas subportadoras superpuestas en el espectro de la frecuencia ya que si no fuese así es necesario un ancho de banda total sea mucho mayor al ocupado por la señal modulada en una única portadora para realizar el espaciamiento entre sub-portadoras

Sobre este método de multiplexación, se han desarrollado, a iniciativa de diferentes fabricantes, diversos variantes del original que veremos a continuación.

### **b. W-OFDM**

Es una variante de la multiplexación OFDM, que es la que se está generalizando en los estándares inalámbricos, tratando de resolver los problemas que presenta la técnica anterior. Se basa en la transmisión de símbolos de entrenamiento, que permiten reducir los efectos adversos del canal, mediante una estimación y división respecto a la respuesta en frecuencia.

Además, utiliza un código FEC (Forward Error Correcting) como el Reed-Solomon, para expandir los símbolos sobre un amplio rango de frecuencias, que convierten la señal en un espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS). De esta manera, es posible recuperar los símbolos aunque se pierdan algunas de las portadoras.

Para compensar el problema del excesivo ratio peak-to-average en amplitud, debido al multitrayecto, esta técnica incorpora una aleatorización de la señal y una estimación del canal. La aleatorización en la transmisión permite blanquear la señal y eliminar la necesidad de amplificadores específicos. Por otro lado, el incluir datos conocidos en la señal, es posible calcular la respuesta del canal y utilizar esta respuesta para corregir los efectos que produce sobre los datos.

De esta manera, esta tecnología permite la utilización de menor potencia, manteniendo una baja tasa de interferencia con otras redes. Así, es posible que diferentes canales operen en la misma banda, como pueden ser redes punto a multipunto y las punto a punto de backbone.

### **c. Flash-OFDM**

Flash-OFDM es una técnica de procesado nueva que ha sido desarrollada por Lucent y que soportará tasas elevadas de datos con pocas pérdidas de paquetes y retardos, de hecho, las siglas FLASH vienen de “FastLow-Latency Access with Seamless Handoff”. Se basa en la utilización de múltiples tonos y flash hopping para expandir la señal en el espectro.

Este estándar está siendo apoyado por Lucent y Qualcomm como el sucesor de WiMAX, dentro del estándar 802.20, que consigue un mayor ancho de banda, distancia y movilidad.

#### **2.3.2.2.5. Acceso en WiMAX**

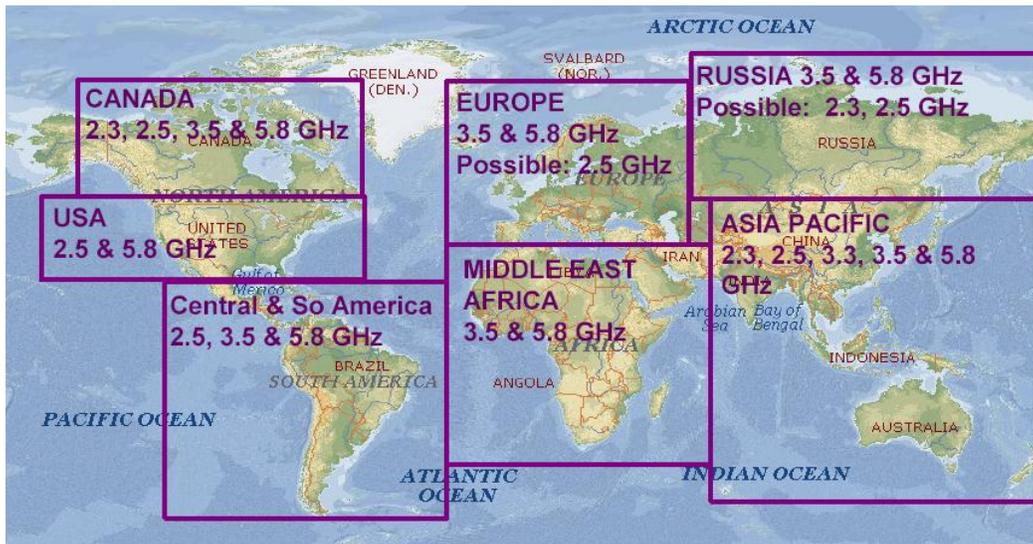
El protocolo 802.16, al igual que el ETSI Hiperlan, considera tres modos de acceso: TDMA con portadora simple, TDMA con OFDM y OFDMA. Los primeros perfiles a certificar se encuentran en la banda de los 3,5 GHz, tanto para TDD como FDD y 3,5 o 7,0 MHz de ancho de banda, pero siempre con multiplexación OFDM con 256 portadoras.

Para el caso del 802.16e, todavía no aprobado, se considera únicamente la utilización de método de acceso OFDMA, con un número de portadoras variables en múltiplos desde 128 a 2048. En particular, los primeros perfiles, todos para la banda de los 2,4 GHz con TDD, usan OFDMA con 512 o 1024 subportadoras.

#### **2.3.2.3. USO DEL ESPECTRO**

Uno de los principales obstáculos para permitir acelerar el despliegue de sistemas de acceso inalámbricos para entornos extensos es el coste de despliegue de la solución. Aunque en el coste total de las instalaciones incluyen varios factores (licencias, espacio para torretas, backhaul, etc.) es el coste de los equipos el componente principal. Por ello, los proveedores de servicio y fabricantes involucrados en el WiMAX Forum es donde prestan un mayor interés.

La armonización global o la disponibilidad uniforme de espectro en todo el mundo es crucial para reducir el coste del equipamiento, ya que las radios son un componente importante en el coste total de los sistemas. Para maximizar el rendimiento del sistema radio y minimizar sus costes, las radios deben ser optimizadas para las bandas de frecuencia identificadas como interesantes para su utilización con WiMAX. A un número menor de radiofrecuencias necesarias para cubrir todo el planeta, es posible conseguir una mejor economía de escala, resultando un menor coste del equipamiento y total del proyecto.



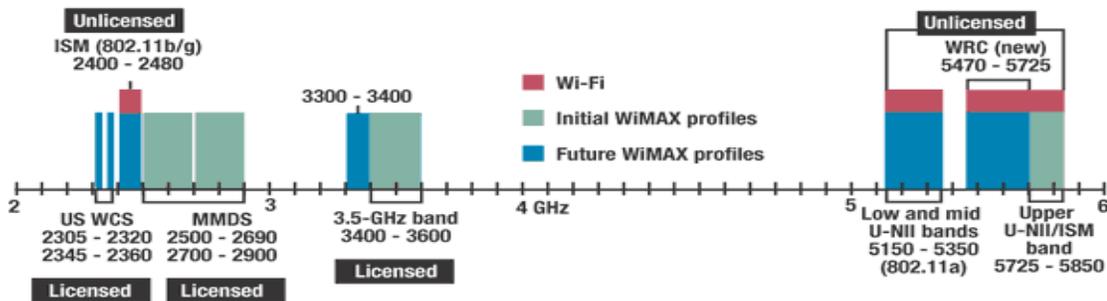
**Figura N.6:** Bandas de frecuencias libres.

**Fuente:** [http://www.umtsforum.net/pdf/wimax\\_quobis.pdf](http://www.umtsforum.net/pdf/wimax_quobis.pdf)

En la Figura N.6 se puede apreciar las frecuencias que están abiertas a través de todo el mundo lo que quiere decir que para ese tipo de frecuencias no se cobra un costo y lo puede ocupar cualquier persona u empresa.

### 2.3.2.3.1. Bandas de frecuencia

Actualmente, el enfoque se realiza en las frecuencias dentro del rango que existe entre 2-6Ghz del espectro. Aquí, el ancho de banda reservado es más estrecho que el disponible en el rango de 10 a 66 GHz, al que nos referiremos como ondas milimétricas, respecto a las centimétricas del primer caso. Las ondas milimétricas se adecúan más a backhuals (redes de retorno) con anchos de banda elevados y visión directa, a diferencias de las centimétricas.



2. These are the 2-to-6-GHz centimeter bands that are available for BWA. The licensed bands include those "owned" by carriers. The unlicensed bands are available for experimental or enterprise applications. Within each band, channel spacing is narrow.

**Figura N.7:** Bandas de frecuencias licenciadas y no licenciadas.

**Fuente:** [http://www.umtsforum.net/pdf/wimax\\_quobis.pdf](http://www.umtsforum.net/pdf/wimax_quobis.pdf)

En la Figura N.7 indica las bandas de frecuencia que no son licenciadas están disponibles para experimentos o para aplicaciones empresariales.

El WiMAX Forum mantiene que las bandas de frecuencia deben ser colocadas de manera que los operadores con licencia puedan prestar los servicios y utilizar las tecnologías más adecuadas para su entorno.

En los próximos años, el WiMAX Forum cree que se puede lograr un nivel razonable de armonización en las bandas de frecuencias que veremos a continuación

**a. Banda libre de 5Ghz**

El rango de frecuencias de interés incluye las bandas entre 5,25 GHz y 5,85 GHz. La banda entre 5,15 GHz y 5,25 GHz es la más utilizada para aplicaciones interiores de baja potencia, por lo que queda fuera del interés de las aplicaciones WiMAX. Este es el caso de la banda de frecuencia usada en 802.11a (que llega hasta

los 5,35Ghz). Además, se caracteriza por disponer de poca potencia en las frecuencias bajas. Para el caso de las bandas inferiores a 5,47 GHz la potencia máxima es de 250 mW EIRP.

Ya que en la mayoría de los países se trata de una banda libre, a excepción de algunos países donde hay licencias de uso, para tener constancia de las operaciones, esta banda es estratégica para permitir cubrir mercados remotos o rurales con una baja tasa de población, que pueden quedar fuera del interés de los operadores tradicionales.

En la banda superior (5725-5850 MHz) muchos países permiten una mayor potencia de salida (4 W en lugar de 1 W EIRP) lo que hace que la banda sea más atractiva para aplicaciones WiMAX en larga distancia. Además de que no está tan ocupada, al estar libre de tecnologías Wi-Fi o de la banda WRC. El WiMAX Forum promueve acciones, especialmente en Europa, para que se libere esta banda de manera armónica, que por ahora sólo se ha realizado en el Reino Unido e Irlanda. Esta banda usará TDD y canales de 10 MHz de ancho.

#### **b. Banda con licencia de 3,5Ghz**

Se trata de la primera banda utilizada para operadores de banda ancha con licencia, que generalmente se localiza entre los 3,4 y 3,6 GHz, aunque hay nuevas posibilidades en el rango 3,3 y 3,4 GHz (en la actualidad en China, en fase de consultas, y la India, donde ya se ha liberado parte del espectro) y en el 3,6-3,8 GHz (donde Francia ha sido la primera, seguida por el Reino Unido, y el resto de Europa y Estados Unidos, donde está en fase de consultas). Bandas superiores a ésta, puede que sean ocupadas por el Reino unido, hasta los 4200 MHz.

Las bandas entre 3,4 y 3,6 GHz han sido reservadas por la mayoría de los países para servicios fijos, móviles y/o por satélite, con la excepción de los Estados Unidos. En estas bandas el enfoque del foro WiMAX será el de minimizar los requisitos técnicos y reglamentarios no necesarios que puedan inhibir el desarrollo de WiMAX para esta clase de operadores. En ellas se opera tanto con TDD como con FDD, existiendo por lo general canales de 3,5 y 7 MHz. Las características de la banda la orientan hacia aplicaciones fijas, quedando fuera del objetivo para aplicaciones móviles del 802.16e.

### **c. Banda mixta de 2,5Ghz**

Las bandas entre 2,5 y 2,69 GHz (Multichannel Multipoint Distribution Service) han sido reservadas por Estados Unidos, México, Brasil y algunos países de Asia (principalmente Singapur), donde ha sido poco utilizadas para su utilidad original, relacionada con la transmisión de televisión. El WiMAX Forum realiza esfuerzos globales con el objetivo de aumentar la disponibilidad de estas bandas para aplicaciones de banda ancha tanto fijas como móviles, estando el horizonte fijado para conseguir su disponibilidad en 2007-2008. Esta banda usa tanto FDD como TDD, con ancho de banda de los canales de 5 MHz, con 6 MHz en el caso de los Estados Unidos (que cuenta con 31 canales).

También en Asia, en los países Australia, Corea del Sur y Nueva Zelanda, se utiliza la banda de 2,3 GHz, que se espera que se cubra con los sistemas de 2,5 GHz. Esta banda de 2,3 (llamada WCS) está formada por dos slots de 15 MHz, (2305-2320Mhz y 2345-2360 MHz), con una separación en medio de 25 MHz, debido a que está reservado para servicios de radio digital (DARS). Se considera que esta banda intermedia puede suponer una fuente de interferencias.

Esta banda del espectro está orientada al desempeño de servicios móviles, dentro del estándar 802.16e, ya que es la que presenta un mejor comportamiento para este tipo de servicios.

#### **d. Otras bandas de frecuencia**

No todo el espectro de radiofrecuencia es igual, las señales se propagan más lejos cuanto menor sea la banda de frecuencia utilizada, creando una relación directa entre el número de estaciones base utilizadas para cubrir una área de servicio dada. De manera más específica, a menor frecuencia, menor número de estaciones base. Ya que el coste de las instalaciones es determinante a la hora de acelerar el despliegue de operadores, el acceso a bandas de frecuencias menores es fundamental.

Hay ejemplos de países en vías de desarrollo en los que el uso de bandas de frecuencia menores es fundamental para permitir un despliegue. El WiMAX Forum trabaja con organismos reguladores para la reserva de espectro, tanto con licencia como libre, en bandas por debajo del 1 GHz, especialmente en bandas que queden libres en migraciones a televisión digital. Por ejemplo, en el caso de Estados Unidos, se cree que van a quedar bandas libres en el rango de los 700Mhz

#### **2.3.2.3.2. Uso libre o con licencia**

Los beneficios de las soluciones basadas en WiMAX, tanto en espectro con licencia como de uso libre, sobre las soluciones cableadas, son la eficiencia en costes, escalabilidad y flexibilidad. En este apartado nos centraremos en ver cuáles son las diferencias, dentro de WiMAX, entre la utilización de espectro libre o bandas licenciadas.

En general, veremos que en las bandas de licencia se obtiene una mayor calidad de servicio con un mayor coste de entrada (por la compra del espectro), mientras que las bandas libres de licencia presentan una menor calidad, pero tiene un menor coste y una mayor interoperatividad.

#### **a. Bandas con licencia**

Para emplear una solución con licencia es preciso que el operador adquiriera espectro, que es un proceso muy variable en función del país en el que se quiera operar, teniendo que pasar por subastas, elevados precios y retardos considerables. Por contra, esta barrera de entrada, acompañada del uso exclusivo de una banda, permite conseguir una gran calidad y una interferencia muy baja.

Las frecuencias bajas asociadas a bandas licenciadas (2,5 GHz y 3,5 GHz) permiten conseguir una mejor característica NLOS. Según se incrementen el despliegue de los operadores aparecerán las primeras interferencias dentro de las propias redes, que se deberán reducir con un diseño apropiado de la red.

#### **b. Bandas de uso libre**

El elevado coste de la adquisición de espectro lleva a muchos operadores inalámbricos a considerar el uso de bandas sin frecuencia para áreas rurales o mercados emergentes. Este tipo de soluciones tiene una serie de ventajas respecto a las soluciones de bandas libres, como es el menor coste, la mayor escalabilidad o la mayor interoperatividad.

Los proveedores de servicio en mercados emergentes, como países en desarrollo o países maduros con áreas subdesarrolladas, pueden reducir el tiempo de llevar al mercado el servicio y los costes iniciales si optan por usar soluciones

basadas en licencia abiertas. Además, también es posible usar estas soluciones en el caso de operadores con licencia, como backup de su red habitual.

Las soluciones en bandas de libre uso están limitadas en términos de la potencia de salida transmitida, a pesar de que no sea precisa licencia. Esta potencia es el único condicionante para los proveedores, que pueden usar el espectro tanto como deseen. Otra limitación es la calidad de servicio, que vendrá dada también por el número de señales interferentes de otros operadores.

#### **2.3.2.4. TOPOLOGÍAS**

Mientras WiFi ya lleva años en el mercado, WiMAX aún está haciendo el desembarco. Por ello, la tecnología WiFi se ha ido adaptando en cuanto a las topologías de desempeño a las diferentes funcionalidades que se le han asignado. Así, desde acceso fijo, última milla o hot-spots han desarrollado diferentes arquitecturas.

Se puede hablar de cuatro tipos de topologías de red basadas en nodos:

- **Punto a punto**
- **Punto a multipunto**
- **Multipunto a multipunto**
- **Metropolitanas**

Estas se complementan con las redes mesh, estas redes se caracterizan porque cada nodo de usuario está conectado y las comunicaciones se realizan a través de los nodos. Estas redes aprenden automáticamente y mantienen configuraciones en caminos dinámicos.

Este tipo de redes están siendo utilizadas en tecnologías Wi-Fi, estando contempladas en el estándar 802.11s, que fue aprobado en 2007. Este tipo de redes recibe también el nombre de multi-salto.

En las redes mesh, los nodos actúan como routers, que se instalan sobre un superficie extensa. Cada nodo transmite una señal de baja potencia, para alcanzar a los nodos vecinos, que a su vez reenvían la señal. Estas redes permiten adaptarse a los cambios de topología, ya que se pueden incorporar nodos o eliminar.

Dentro de WiMAX, a día de hoy, se contemplan infraestructuras punto a punto (para backhauls o radioenlaces) y punto a multipunto (acceso a última milla,...). Aunque se contempla la posibilidad de una vez aprobado el estándar ampliarlo para recoger las ventajas de las mesh networks. En los siguientes apartados se recogen las diferentes topologías utilizadas en las redes inalámbricas.

#### **2.3.2.4.1. Topología punto a punto**

Las redes punto a punto son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos, en contraposición a las redes multipunto, en las cuales cada canal de datos se puede usar para comunicarse con diversos nodos.

Este tipo de enlaces se utilizan habitualmente conexiones dedicadas de alto rendimiento o enlaces de interconexión de alta capacidad. Este tipo de enlaces son fáciles de instalar, pero difíciles de crear con ellos una red grande. Es habitual su uso para enlaces punto a punto en cliente finales o para realizar el backhaul de redes.

#### **2.3.2.4.2. Topología punto a multipunto**

Punto a multipunto se refiere a la comunicación que se logra a través de un punto específico a un tipo de conexión multipunto, ofreciendo varias rutas desde una única ubicación a varios lugares. Una conferencia puede ser considerada una comunicación punto a multipunto ya que existe solo un orador (transmisor) y múltiples asistentes (receptor). Punto a multipunto es a menudo abreviado como P2MP, PTMP, o PMP.

Un enlace punto a multipunto, comparte un determinado nodo (en el lado uplink), que se caracteriza por tener una antena omnidireccional (o con varios sectores) y puntos de terminación (o repetidores) con antenas direccionales con una ganancia elevada. Este tipo de red es más sencillo de implementar que las redes punto a punto, ya que el hecho de añadir un subscriptor sólo requiere incorporar equipamiento del lado del cliente, no teniendo que variar nada en la estación base.

Aunque, cada sitio remoto debe encontrarse dentro del radio de cobertura de la señal, que en el caso de WiMAX (a diferencia de la tecnología LMDS) no requerirá que se sitúe en puntos con visión directa.

Además, será posible utilizar esta topología para backhaul de la red de operadores, o para clientes que no deseen disponer de capacidad dedicada, al compartir los recursos con todos los terminales. El problema de este tipo de topología es que el diseño direccional de las antenas de los usuarios hace que no pueda conectar con otras redes (meshing).

#### **2.3.2.4.3. Topología en nodos multipunto**

Se denominan redes multipunto a aquellas en las cuales cada canal de datos se puede usar para comunicarse con diversos nodos. En una red multipunto solo existe

una línea de comunicación cuyo uso esta compartido por todas las terminales en la red. La información fluye de forma bidireccional y es discernible para todas las terminales de la red.

Las redes multipunto a multipunto crean una topología entrelazada enrutada que replica la estructura de la red Internet. Para construir una red de este tipo se comienza por un punto de conexión a internet. Una serie de puntos de acceso se despliegan por toda la red hasta alcanzar una densidad máxima. Estos puntos no sólo conectan a los terminales que tengan asociados, sino que enrutan tráfico de otras estaciones (con sus respectivos usuarios) creando redes con varios saltos. Esto permite garantizar una cobertura global de la red.

#### **2.3.2.4.4. Topología en nodos metropolitanos**

Estas redes son aquellas que pueden ser una red punto a punto o una red punto a multipunto o multipunto a multipunto. Las redes de nodos metropolitanos se basan en utilizar dos tipos de redes: **backhaul** y **última milla**.

**Backhaul** puede ser una red punto a punto o una red punto a multipunto. Su diseño sirve para proporcionar un backbone en los nodos uplink. Los nodos usan por lo general antenas duales, una direccional hacia el uplink y la otra proporcionando la conectividad de última milla, que será por lo general omnidireccional. La función principal del backhaul será proporcionar ancho de banda a la última milla. Estos nodos pueden ofrecer conexiones redundantes. En función del área cubierta serán necesarios más o menos enlaces de este tipo.

**Última milla** es una topología multipunto a multipunto, con antenas omnidireccionales que están asociados a un determinado backhaul. La diferencia respecto a la topología en nodos multipunto es que la salida se realiza a través de un backhaul, no directamente.

#### **2.3.2.4.5. Topología en nodos mixtos**

Una red con nodos mixtos es la forma más compleja de red inalámbrica, compuesta por dos estaciones radio con dos antenas de alta ganancia en comunicación directa entre ellas y, por último, un repetidor inalámbrico. Este tipo de enlaces son fáciles de instalar pero difíciles de escalar para crear una red amplia. Típicamente el repetidor se utiliza en un entorno interior.

La topología interior en nodos mixtos es similar a la topología anterior. Se compone de dos estaciones radio y sus antenas directivas conectadas entre sí, junto a un conjunto de repetidores inalámbricos que forman una red escalable interior. Como el caso anterior tiene la ventaja del bajo coste en las unidades interiores.

#### **2.3.3. Propagación de ondas**

##### **2.3.3.1. Modelo de propagación en el espacio libre.**

El modelo de propagación en el espacio libre es usado para predecir la señal recibida directa cuando el transmisor y el receptor tienen línea de vista entre ellos. Los sistemas de comunicación vía satélite y los enlaces microondas con línea de vista típicamente son en el espacio libre.

Como la mayoría de los modelos de propagación en el espacio libre, el modelo predice que la potencia recibida decrece a medida que la separación entre las antenas receptora y transmisora aumenta. La energía recibida en el espacio libre es función de la distancia y esta dada por.

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L}$$

Ecuación 1.2

Donde:  **$P_t$**  es la potencia transmitida,  
 **$P_r(d)$**  es la potencia recibida que es función de la distancia entre el transmisor y el receptor.  
 **$G_t$**  es la ganancia de la antena transmisora.  
 **$G_r$**  es la ganancia de la antena receptora,  $d$  es la distancia de separación entre el transmisor y el receptor en metros.  
 **$L$**  es el factor de pérdida del sistema no relacionado con la propagación ( $L \geq 1$ ).  
 **$\lambda$**  es la longitud de onda en metros.

La ganancia de cualquier antena esta relacionada con su apertura efectiva,  $A_e$  y está dada por.

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} \quad \text{Ecuación 1.3}$$

Donde  **$A_e$**  está relacionada con la medida física de la antena.  
 **$\lambda$**  = longitud de onda.

Y esta dada por

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega_c} \quad \text{Ecuación 1.4}$$

Donde

**$f$** = frecuencia de la portadora en Hertz.

**$\omega_c$** = frecuencia de la portadora en radianes por segundo.

**$c$** = velocidad de la luz en metros/s.

Los valores para  $P_t P_r$  y deben de estar expresados en las mismas unidades.

La ecuación del espacio libre muestra que la potencia recibida decae al cuadrado de la distancia de separación entre las antenas. Esto implica que la potencia recibida decae con la distancia a medida de 20 dB / década.

Un radiador isotrópico es una antena ideal que radia potencia con una ganancia uniforme en todas direcciones, y es comúnmente usada para referenciar la ganancia de una antena en un sistema inalámbrico. La potencia efectiva radiada isotrópicamente esta definida por  $EIRP = P_t G_t$  y representa el máximo de la potencia radiada disponible desde el transmisor en dirección de la máxima ganancia de la antena.

En la práctica, la potencia radiada efectiva (ERP) es usada en lugar de EIRP para denotar el máximo de la potencia radiada como comparada con una antena bipolar de media onda. Como la antena bipolar tiene una ganancia de 1.64 (2.15 dB arriba de la antena isotrópica), el ERP será 2.15 dB más chico que el EIRP para el mismo sistema de transmisión. En la práctica, la ganancia de las antenas están dadas en unidades de dBi (ganancia en dB con respecto a una antena isotrópica) o dBd (ganancia en dB con respecto a una antena bipolar de media onda).

Las pérdidas por trayectoria que representa la atenuación de la señal como una cantidad positiva medida en dB, son definidas como la diferencia en dB entre la potencia transmitida efectiva y la potencia recibida. Las pérdidas por trayectoria para el modelo en el espacio libre están dadas por.

$$PL(dB) = 10 \log \frac{P_t}{P_r} = -10 \log \left[ \frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right] \quad \text{Ecuación 1.5}$$

Donde

$PL(dB)$  = Pérdidas por trayectoria.

$P_r$  = Potencia de recepción.

$P_t$  = Potencia de transmisión.

$\lambda$  = longitud de onda

### 2.3.3.2. Margen de desvanecimiento

El margen de desvanecimiento es un "factor de acolchonamiento" incluido en la ecuación de ganancia del sistema que considera las características no ideales y menos predecibles de la propagación de ondas de radio, como la propagación de múltiples trayectorias (pérdida de múltiples trayectorias) y sensibilidad a superficie rocosa. El margen de desvanecimiento también considera los objetivos de confiabilidad del sistema. Por lo tanto, se incluye como pérdida el margen de desvanecimiento en la ecuación de ganancia del sistema.

$$Fm = 30 \log D + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70$$

En donde:

**Fm:** margen de desvanecimiento (dB)

**D:** Distancia del transmisor al objetivo, en Km.

**F:** Frecuencia de la portadora en GHz.

**R:** Objetivo de confiabilidad de la transmisión, en formato decimal.

**1-R:** Objetivo de confiabilidad para una trayectoria de 400 km en un solo sentido o dirección.

**Factor de Rugosidad de Terreno (A)** se define como la desviación típica de las alturas del terreno (m), a continuación se indican los valores característicos para los diferentes tipos de terreno

A	Tipos de Terreno
4,00	Espejos de agua, ríos muy anchos, etc.
3,00	Sembrados densos; pastizales; arenales
2,00	Bosques (la propagación va por encima)
1,00	Terreno normal
0,25	Terreno rocoso (muy) desparejo

Con estos valores se puede calcular la variación de la altura curvatura de la tierra (hk), para esto nosotros podemos partir de la definición de la fórmula que es:

$$hk = \frac{d1.d2}{2.K.a}$$

Donde:

hk = altura de la curvatura de la tierra

d1 = distancia 1 hasta el obstáculo

d2 = distancia 2 hasta el obstáculo

K = Curvatura de la tierra

a = Radio de la Tierra = 6370 Km

También se denomina  $a_e$  al Radio equivalente de la Tierra

$$a_e = K.a$$

Con esto se puede obtener la variación de la tierra o la tierra equivalente dependiendo del lugar donde se encuentre el enlace. Como podemos observar en valor en zona templada es de  $K=4/3$  que es el sitio base de el cual se pueden tomar las variaciones entonces tenemos:

-Para 4/3

$$hk_{4/3} = \frac{d1.d2 \times 10^6}{2.(4/3).(6370 \times 10^3)}$$

$$hk_{4/3} = \frac{d1.d2}{16.98} [Km]$$

- Para 2/3

$$hk_{2/3} = \frac{d1.d2 \times 10^6}{2.(2/3).(6370 \times 10^3)}$$

$$hk_{2/3} = \frac{d1.d2}{10.2} [Km]$$

- Para 2

$$hk_2 = \frac{d1.d2 \times 10^6}{2.(2).(6370 \times 10^3)}$$

$$hk_2 = \frac{d1.d2}{25.48} [Km]$$

Variación de 2/3 a 4/3

$$\Delta hk_{2/3a4/3} = hk_{2/3} - hk_{4/3}$$

$$\Delta hk_{2/3a4/3} = \frac{d1.d2}{25} [Km]$$

Variación de 4/3 a 2

$$\Delta hk_{4/3a2} = hk_{4/3} - hk_2$$

$$\Delta hk_{4/3a2} = \frac{d1.d2}{51} [Km]$$

Como se puede observar la variación de K, cuando pasa de un valor K= 4/3 (Zona Templada) para un invierno riguroso K= 2/3 significa que un obstáculo va a tener un aumento de:

$$\frac{d1.d2}{25} [Km]$$

Y en cambio cuando en verano K varía de 4/3 a K= 2 la altura del obstáculo disminuye de:

$$\frac{d1.d2}{51} [Km]$$

Con esto se debe tener muy en cuenta que para nuestro enlace tenemos que tener libre nuestra primera zona de Fresnel (ho), con lo que necesitamos que por lo menos este libre en los siguientes casos

- ho completamente libre para K = 4/2 y K= 2

- 0.6 ho libre para cuando  $K= 2/3$  (60% libre en el peor de los Casos)

### **2.3.3.7. Zona de Fresnel**

Tanto en óptica como en comunicaciones por radio o inalámbricas, la zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las dos antenas.

Este factor deriva de la teoría de ondas electromagnéticas respecto de la expansión de las mismas al viajar en el espacio libre. Esta expansión resulta en reflexiones y cambios de fase al pasar sobre un obstáculo. El resultado es un aumento o disminución en el nivel de intensidad de señal recibido.

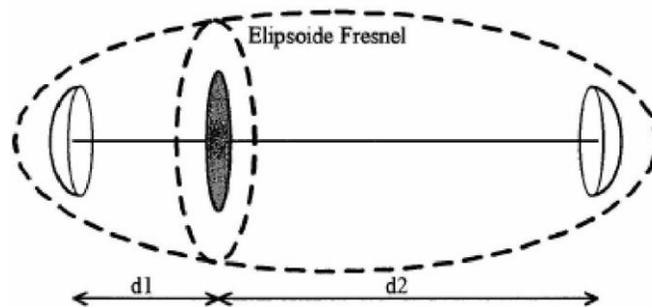
Debiendo considerar la curvatura de la tierra ( $K$ ), que generalmente puede tomar valores de  $K=2/3$  (peor caso) y  $K=4/3$ (caso optimo).

La noción de la zona de Fresnel es muy útil para las transmisiones Radioeléctricas, el margen sobre obstáculos se calcula con relación al radio de la primera zona de Fresnel. La sección transversal de la primera zona de Fresnel es circular. Las zonas subsecuentes de Fresnel son anulares en la sección transversal, y concéntricas con las primeras.

El concepto de las zonas de Fresnel se puede también utilizar para analizar interferencia por obstáculos cerca de la trayectoria de una antena de radio. Esta zona se debe determinar primero, para mantenerla libre de obstrucciones.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del valor de  $K$  (curvatura de la tierra) considerando que para un  $K=4/3$  la primera zona de Fresnel debe estar

despejada al 100% mientras que para un estudio con  $K=2/3$  se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

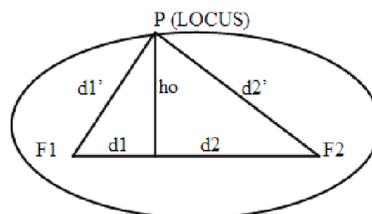


**Figura N.8:** Zona de Fresnel

**Fuente:** Investigador

En la Figura N.8 se indica la primera zona de Fresnel que es un elipsoide, en la cual la diferencia entre la distancia total sobre los Locus desde los 2 focos y la trayectoria directa es constante igual a  $\lambda/2$ .

Para establecer las zonas de Fresnel, primero se debe determinar la línea de vista, que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la receptora. Ahora la zona que rodea es la zona de Fresnel. El radio de la sección transversal de la primera zona de Fresnel tiene su máximo en el centro del enlace. En este punto, La primera zona de Fresnel por definición:



**Figura N.9:** Primera zona de Fresnel

**Fuente:** Investigador

Como se indica en la Figura N.9 tenemos:

$$(d1' + d2') - (d1 + d2) = \lambda / 2$$

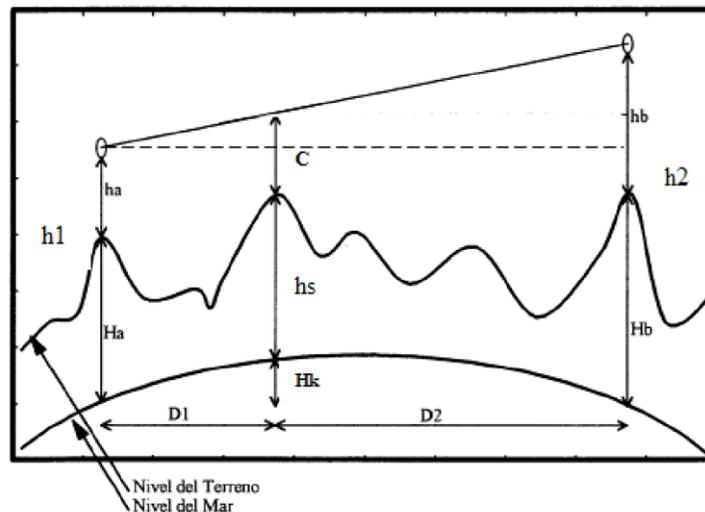
Con la que tenemos que la primera zona de Fresnel se calcula:

$$h_0 = \sqrt{\lambda \frac{d1 * d2}{d}}$$
$$d = d1 + d2$$

Las distancias tienen que estar en metros.

### 2.3.3.8 Cálculo del Factor de Tolerancia C

El Factor de Tolerancia C es la distancia que existe entre el haz radioeléctrico y la montaña más significativa o el obstáculo más alto del enlace como se puede ver en la figura N.10



**Figura N.10:** Factor de Tolerancia C

**Fuente:** Investigador

En la Figura N.10 se indica que:

$$h1 = Ha + ha$$
$$h2 = Hb + hb$$

Con lo que por semejanza de triángulos y por reemplazo de fórmulas obtenemos que para calcular el factor de tolerancia C tenemos:

$$C = h1 + \frac{D1}{D2}(h2 - h1) - hs - hk$$

Donde:  $hs$ = Altura del obstáculo

$hk$ = Altura de la Curvatura de la tierra entre el enlace A y B

### 2.3.3.9 Pérdidas Totales

El cálculo del balance de potencias es el procedimiento que se utiliza normalmente para estimar de una manera rápida si un radio enlace funcionará adecuadamente. No obstante, debe tenerse en cuenta que se trata de un cálculo teórico, y que por lo tanto está sujeto a variaciones debidas a múltiples factores: apuntamiento de las antenas, reflexiones, interferencias no deseadas, etc.

Así pues, se puede utilizar durante la fase inicial de diseño del radio enlace, pero en cualquier caso habrá que realizar las oportunas comprobaciones, medidas y ajustes durante la posterior fase de instalación para asegurar el buen funcionamiento del sistema.

En la práctica, los radios enlaces se suelen diseñar para obtener un margen de pérdidas de unos 5-6 dB, aunque este valor es muy dependiente de la distancia, frecuencia y tipo de sistema.

Las pérdidas totales del Radio Enlace se calculan de la siguiente manera:

$$L_T = L_e + L_g + L_c$$

Donde:

- $L_T$  = Pérdidas Totales
- $L_e$  = Pérdidas en el Espacio Libre
- $L_g$  = Pérdidas en las Guía de Onda
- $L_c$  = Pérdida en los Circuladores

#### **2.3.3.9.1. Pérdidas Espacio Libre**

Se trata de las pérdidas de propagación que sufre la señal radioeléctrica en condiciones de espacio libre: sin ningún obstáculo en el camino, es decir, visión directa entre las antenas. En esta magnitud no suelen incluirse otras pérdidas adicionales debidas a lluvia, absorción atmosférica, etc. Estas pérdidas están relacionadas directamente con la distancia del radioenlace y la frecuencia de funcionamiento mediante la siguiente expresión:

$$L_e \text{ (dB)} = 92,44 + 20 \log_{10} f \text{ (GHz)} + 20 \log_{10} d \text{ (km)} \text{ (Fórmula de Friis)}$$

#### **2.3.3.9.2. Pérdidas en las Guías de Onda**

La Pérdida en la guía de onda viene dada por el fabricante, y se encuentra expresada en atenuación [dB]/metro[m], la distancia total de la guía de onda debe tomarse desde la torre hasta la caseta de comunicaciones, por tanto la pérdida en guías de onda esta dado por:

$$L_g = (h + d) * At / m * 2$$

Donde:  $L_g$ = Pérdidas en la guía de onda  
h= Altura de la Torre  
d= Distancia a la caseta de comunicaciones  
At/m= Atenuación de la guía dada por el fabricante

#### **2.3.3.9.4. Pérdidas por Circuladores**

La combinación de las señales de transmisión y recepción sobre una misma antena es lograda por un dispositivo llamado circulador. La combinación del circulador y filtro es usualmente llamado duplexor o diplexer. Un circulador transfiere la señal con muy baja pérdida al puerto deseado mientras que brinda un alto aislamiento para la señal no deseada en el otro puerto.

Además la señal de transmisión es transferida a la antena con muy baja pérdida y muy poca fuga en el receptor con la misma situación en la dirección de recepción, Las pérdidas por circulador y filtros son típicamente de solo 2 dB cada uno.

#### **2.3.3.9.5. Pérdidas adicionales de propagación**

Aquí se incluyen todas aquellas pérdidas adicionales que sufren las señales radio eléctricas durante su propagación y que no pueden atribuirse al término de pérdidas básicas en espacio libre. De este modo, se tienen pérdidas por absorción atmosférica e hidrometeoros (lluvia, nieve, niebla), fenómenos de difracción (obstrucción parcial o total del haz radioeléctrico), reflexiones, etc.

## **2.4. HIPÓTESIS**

¿El diseño de una Red Inalámbrica con tecnología Wimax permitirá proporcionar el servicio de Internet en las instituciones educativas de nivel primario y secundario del Cantón Quero?

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Red Inalámbrica Wimax.

### **2.5.2. Variable Dependiente**

Servicio de Internet en las instituciones educativas del Cantón Quero.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE**

El enfoque de este proyecto fue cualitativo – cuantitativo, ya que estuvo encaminado a determinar las causas de la problemática y orientado a la solución de ésta. Por ello se realizó un diseño Red Inalámbrica Wimax para proporcionar el servicio de Internet en las instituciones educativas de nivel primario y secundario del Cantón Quero y así se estableció un proyecto que ayudó a mitigar los problemas encontrados en el Cantón Quero.

El enfoque cualitativo fue aplicado porque se determinó los actores y principales afectados por la falta de servicio de Internet en el cantón Quero. El proyecto fue realizado de forma conjunta en el Municipio de Quero y la CNT.

El enfoque cuantitativo buscó determinar todas las características, causas y efectos que generan condiciones por las cuales el Internet no ha llegado a las instituciones educativas. Teniendo como referencia la implementación de una red inalámbrica Wimax en el Cantón de Pelileo.

## **3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1. Investigación de Campo**

El tema requirió de Investigación de Campo porque permitió determinar el problema en el lugar donde se está generando la información. Facilitó el contacto directo con la realidad de la que se obtuvo los datos necesarios de acuerdo a los objetivos del proyecto a través del personal que labora en el Municipio de Quero conjuntamente con la CNT.

### **3.2.2. Investigación Documental – Bibliográfica**

La investigación bibliográfica proporcionó el conocimiento de las indagaciones ya existentes como teorías, hipótesis, resultados, instrumentos y técnicas usadas acerca del problema planteado que se propuso resolver, ya que el proyecto tuvo bases científicas y se apoyó en fuentes primarias y secundarias para explicar de forma teórica y científica el proceso de la investigación planteada.

### **3.2.3. Proyecto Factible**

El desarrollo de la propuesta se pudo realizar contando con toda la información de los lugares donde van a ir instaladas las antenas, equipos etc., sin olvidarse de la ayuda del personal técnico de la CNT EP y también personal de la Universidad Técnica de Ambato, y personal de Municipio de Quero ya que con ello se pudo determinar las mejores condiciones en las que fue desarrollado el diseño.

### **3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El Nivel Exploratorio permitió determinar todos los factores predominantes para el desarrollo del diseño de la red inalámbrica Wimax, ya que permitió reconocer y tener una idea en forma general del objeto a diseñar.

El Nivel Descriptivo se refiere cómo es el problema, con qué frecuencia ocurre, a quiénes afecta y cuál es la realidad actual de tener el servicio de Internet las instituciones educativas del cantón Quero; cuyo fin fue realizar una profundización de las variables independiente y dependiente, las cuales nos permitió tener una visión mucho más clara de las posibles soluciones y propuestas que se debió plantear a este problema.

En el Nivel Correlacional se buscó técnicas, normas, reglas, procedimientos que ayudó a realizar un análisis mucho más extenso, permitiéndonos hacer comparaciones entre lo que está pasando y lo que podría pasar si se diera paso a la solución de dicho problema.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1. Población**

La población involucrada en el proyecto es de 45 personas. Se considero como población los Rectores, Directores o personas en cargadas de las instituciones educativas.

## **3.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **3.6.1. Plan de recolección de la Información**

Para la recolección de la información, se realizó una encuesta al Alcalde del Cantón Quero. Ya que el presente diseño se realizó en el edificio municipal y además en las instituciones educativas del cantón.

### **3.6.2. Procesamiento de la Información**

Para el procesamiento de la información se realizó la revisión y clasificación de la información para luego proceder a la tabulación y elaboración de cuadros representativos con el estudio y análisis estadístico de los datos y establecer las conclusiones respectivas.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### Análisis de los Resultados

#### 4.1. Interpretación de datos de la Encuesta Realizada

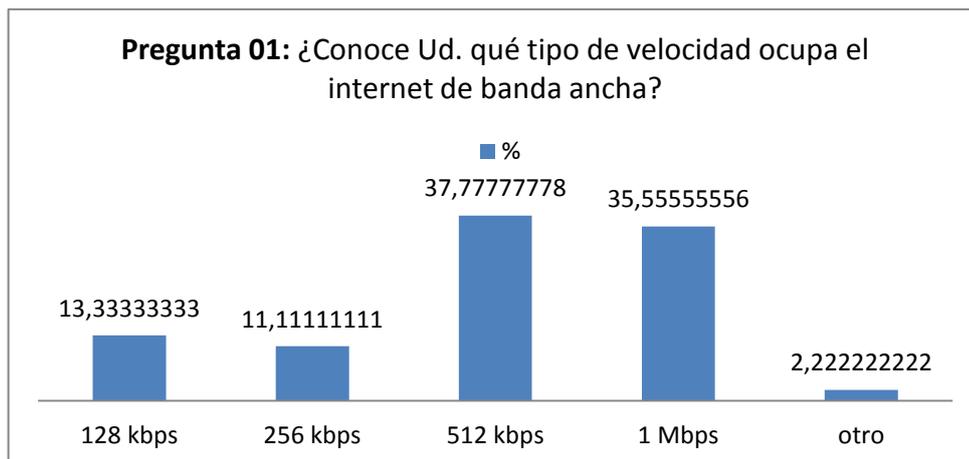
Se realizó una encuesta que fue efectuada a 45 personas entre Rectores, Directores o personas encargadas de las instituciones educativas.

- **Pregunta N°01:** ¿Conoce Ud. qué tipo de velocidad ocupa el internet de banda ancha?

**Tabla N.2:** Cuadro porcentual pregunta 1

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
128 kbps	6	13,33
256 kbps	5	11,11
512 kbps	17	37,78
1 Mbps	16	35,56
otro	1	2,22
<b>TOTAL</b>	45	100,00

**Fuente:** Investigador



**Figura N.11:** Gráfico pregunta 1

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 13.33% de los encuestados contestaron que conocían la velocidad de 128 kbps, el 11.11 % la de 256 kbps, 37.77% la de 512 kbps, el 35.55% la de 1Mbps y el 2,2% de encuestados respondió que conocía otro tipo de velocidad del internet.

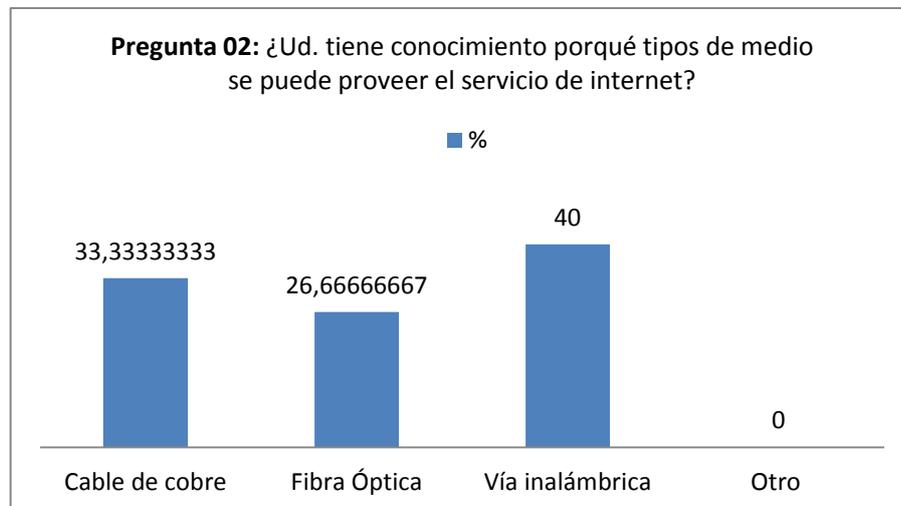
La mayoría de los encuestados afirmó si conocer que 512 kbps es una de las velocidades estándar del Internet de banda ancha; sin embargo es importante mencionar que dentro de la cultura de los moradores del cantón y público en general existen carencias de información o publicidad adecuada de velocidades de servicio de banda ancha

- **Pregunta N°02:** ¿Ud. tiene conocimiento porqué tipos de medio se puede proveer el servicio de Internet?

**Tabla N.3:** Cuadro porcentual pregunta 2

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Cable de Cobre	15	33,33
Fibra Óptica	12	26,67
Vía inalámbrica	18	40,00
Otro	0	0,00
TOTAL	45	100,00

**Fuente:** Investigador



**Figura N.12:** Gráfico pregunta 2

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 33.33% de los encuestados contestaron que conocían que se transmitían el internet por cable de cobre, el 26.66% por fibra óptica, el 40%

mediante vía inalámbrica, y ninguno de ellos no respondió que conocía otro tipo de medio.

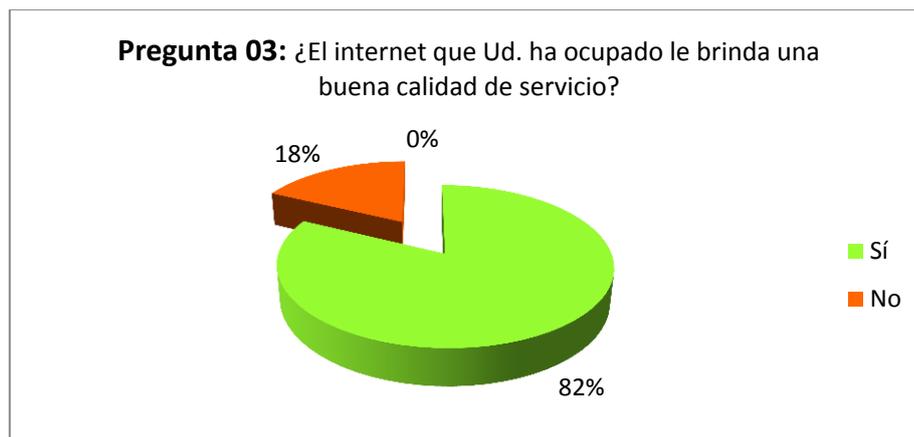
La vía inalámbrica es uno de los principales medios de transmisión por el cual se puede proveer el servicio de Internet, y que esta teniendo una gran acogida actualmente y que es la tendencia hacia al futuro.

- **Pregunta N° 03:** ¿El internet que Ud. ha ocupado le brinda una buena calidad de servicio?

**Tabla N.4:** Cuadro porcentual pregunta 3

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
<i>Sí</i>	37	82,22
<i>No</i>	8	17,78
<b>TOTAL</b>	45	100,00

**Fuente:** Investigador



**Figura N.13:** Gráfico pregunta

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 82% de los encuestados contestaron SÍ a la pregunta planteada, y 18% expresó un NO por respuesta.

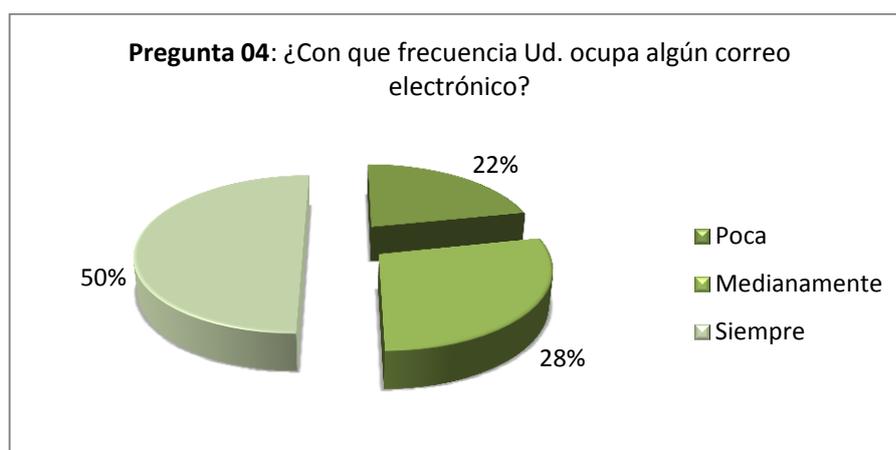
Los encuestados afirman que el Servicio de Internet de buena calidad es por su ancho de banda y los computadores de última generación.

- **Pregunta N°04:** ¿Con que frecuencia Ud. ocupa algún correo electrónico?

**Tabla N.5:** Cuadro porcentual pregunta 4

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Poca	10	22,22
Medianamente	13	28,89
Siempre	22	48,89
<b>TOTAL</b>	45	100,00

**Fuente:** Investigador



**Figura N.14:** Gráfico pregunta 4

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 50% de los encuestados contestaron SIEMPRE a la pregunta planteada, el 22% expresó un MEDIANAMENTE y el 28% respondieron POCA.

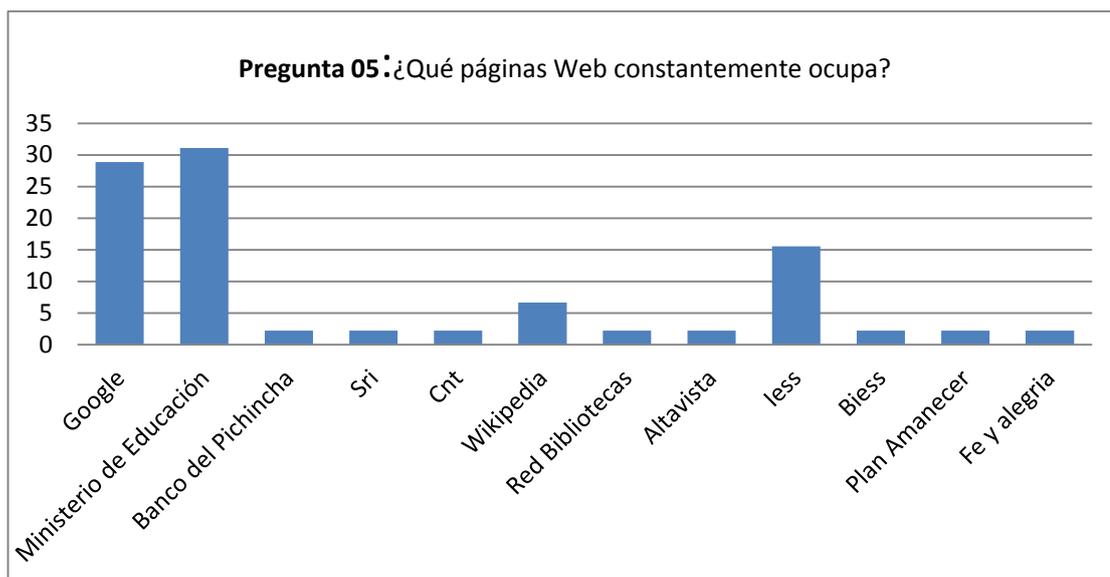
Los mitad de los encuestados afirman la importancia de poseer un correo electrónico, ya que mediante el mail ellos reciben información de Ministerio de Educación y que se pueden comunicar mas fácilmente, pero en la otra mitad de encuestados existe un desconocimiento en el potencial que se obtiene al manejar correos electrónicos ya sea por la falta de conocimiento al momento de manejar los mismos o por no estar al tanto de el intercambio de información vía internet.

- **Pregunta N°05:** ¿Qué páginas Web constantemente ocupa?

**Tabla N.6:** Cuadro porcentual pregunta 5

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Google	13	28,88
Ministerio de Educación	14	31,11
Banco del Pichincha	1	2,22
Sri	1	2,22
Cnt	1	2,22
Wikipedia	3	6,67
Red Bibliotecas	1	2,22
Altavista	1	2,22
Iess	7	15,55
Biess	1	2,22
Plan Amanecer	1	2,22
Fe y alegría	1	2,22
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Investigador



**Figura N.15:** Gráfico pregunta 5

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 28,88% de los encuestados contestaron GOOGLE a la pregunta planteada, el 31,11% expresó MINISTERIO DE EDUCACION por respuesta, el 2,22% respondieron BANCO DEL PICHINCHA, el 2,22% respondieron SRI, el 2,22% respondieron CNT, el 6,67% respondieron WIKIPEDIA, el 2,22% respondieron REDES BIBLIOTECAS, el 2,22% respondieron ALTAVISTA, el 15,55% respondieron IESS, el 2,22% respondieron BIESS, el 2,22% respondieron PLAN AMANECER, el 2,22% respondieron FE Y ALEGRIA

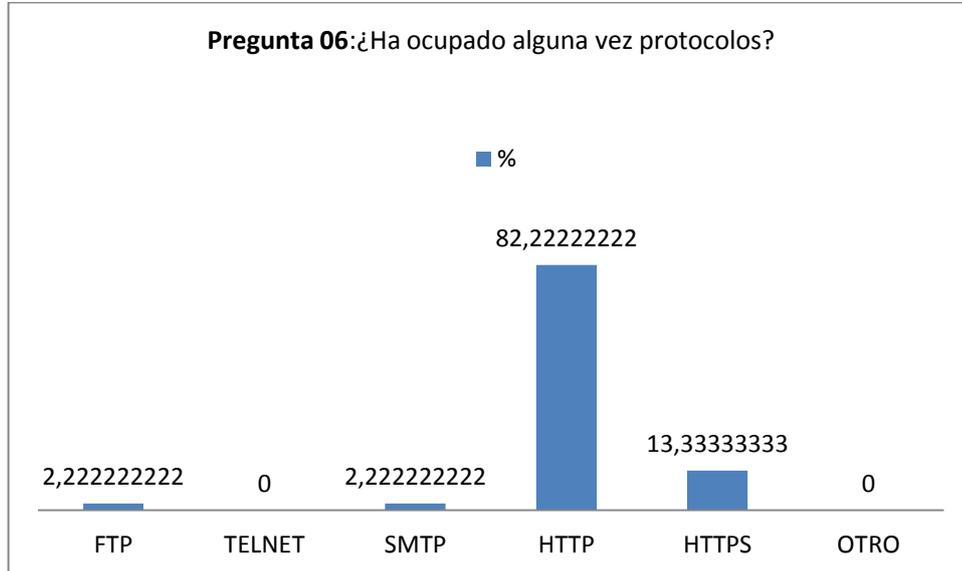
Más de la mitad de los encuestados afirmó que la página más visitada es la del Ministerio de Educación y esta a la vez contiene información real y verídica para el incremento de conocimientos e investigación.

- **Pregunta N°06:** ¿Ha ocupado alguna vez protocolos?

**Tabla N.7:** Cuadro porcentual pregunta 6

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
FTP	1	2,22
TELNET	0	0,00
SMTP	1	2,22
HTTP	37	82,22
HTTPS	6	13,33
OTRO	0	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** Investigador



**Figura N.16:** Gráfico pregunta 6

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 2,22% de los encuestados contestaron FTP a la pregunta planteada, 0% respondieron a TELNET, el 2,22% expresó SMTP por respuesta, el 82,22% respondieron HTTP, El 13.33% respondieron HTTPS, y 0% respondieron a OTRO.

El 82,22% encuestados afirman haber ocupado el protocolo Http, mientras que se observa que muy poco del personal ha ocupado protocolos de suma importancia al momento de tratarse de intercambio de información o de seguridad en las páginas web. Y aseveran que al momento que ocupan los protocolos es rara vez como por ejemplo al consultar sus estados de cuentas en la web.

- **Pregunta N°07:** ¿Conoce el funcionamiento de una video conferencia y sus aplicaciones?

**Tabla N.8:** Cuadro porcentual pregunta 7, funcionamiento de una video conferencia

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
<i>Sí</i>	24	53,33
<i>No</i>	21	46,67
<b>TOTAL</b>	45	100,00

**Fuente:** Investigador

**Tabla N.9:** Cuadro porcentual pregunta 7, alternativas

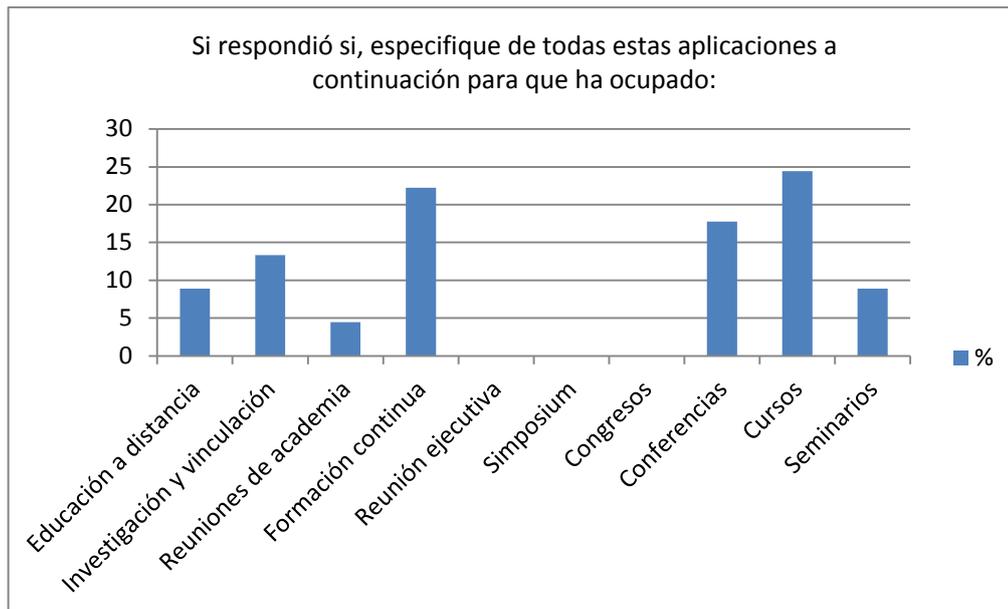
<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Educación a distancia	4	8,89
Investigación y vinculación	6	13,33
Reuniones de academia	2	4,44
Formación continua	10	22,22
Reunión ejecutiva	0	0,00
Simposium	0	0,00
Congresos	0	0,00
Conferencias	8	17,78
Cursos	11	24,44
Seminarios	4	8,89
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** Investigador



**Figura N.17:** Gráfico pregunta 7, funcionamiento de una video conferencia

**Fuente:** Investigador



**Figura N.18:** Gráfico pregunta 7, alternativas

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 53,33% de los encuestados contestaron SÍ a la pregunta planteada, el 46,67% expresó un NO por respuesta.

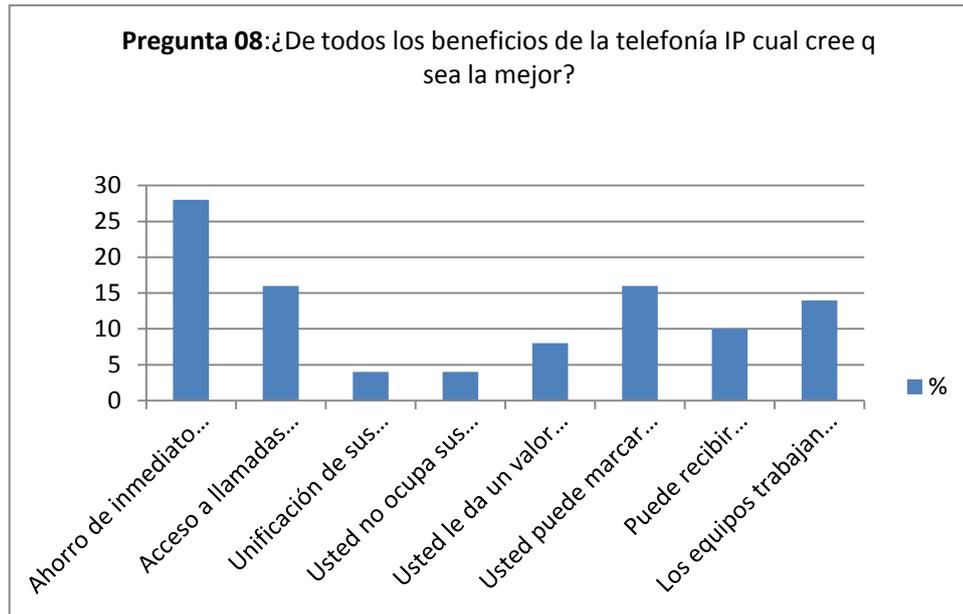
Los encuestados afirmaron tener conocimiento de lo que es una video conferencia; aunque se pudo observar que la otra mitad del personal no tiene conocimiento de lo que es una video conferencia.

- **Pregunta N°08:** ¿De todos los beneficios de la telefonía IP cuál cree q sea la mejor?

**Tabla N.10:** Cuadro porcentual pregunta 8

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Ahorro de inmediato en el costo de sus llamadas de larga distancia.	12	26,6666667
Acceso a llamadas nacionales e Internacionales a Precios muy bajos.	7	15,5555556
Unificación de sus sucursales o filiales a costo CERO!	2	4,44444444
Usted no ocupa sus líneas telefónicas, quedan libres.	2	4,44444444
Usted le da un valor añadido a su Internet.	4	8,88888889
Usted puede marcar a cualquier teléfono tanto de red fija como celular.	7	15,5555556
Puede recibir llamadas de otros teléfonos tanto de red fija como celular.	5	11,1111111
Los equipos trabajan con cualquier conexión de internet, si usted cuenta con dial-up podrá ocuparlo, y si tiene una banda ancha mucho mejor	6	13,3333333
<b>Total</b>	45	100

**Fuente:** Investigador



**Figura N.19:** Gráfico pregunta 8

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 26,67% de los encuestados contestaron AHORRO DE INMEDIATO EN EL COSTO DE SUS LLAMADAS DE LARGA DISTANCIA a la pregunta planteada, el 15,56% expresó ACCESO A LLAMADAS NACIONALES E INTERNACIONALES A PRECIOS MUY BAJOS por respuesta, el 4,44% respondieron UNIFICACIÓN DE SUS SUCURSALES O FILIALES A COSTO CERO, el 4,44% respondieron USTED NO OCUPA SUS LÍNEAS TELEFÓNICAS, QUEDAN LIBRES, el 8,89% respondieron USTED LE DA UN VALOR AÑADIDO A SU INTERNET el 15,56 respondieron USTED PUEDE MARCAR A CUALQUIER TELÉFONO TANTO DE RED FIJA COMO CELULAR, el 11,11% respondieron PUEDE RECIBIR LLAMADAS DE OTROS TELÉFONOS TANTO DE RED FIJA COMO CELULAR, y el 13,33% respondieron LOS EQUIPOS TRABAJAN CON CUALQUIER CONEXIÓN DE INTERNET, SI USTED CUENTA CON DIAL-UP PODRÁ OCUPARLO, Y SI TIENE UNA BANDA ANCHA MUCHO MEJOR.

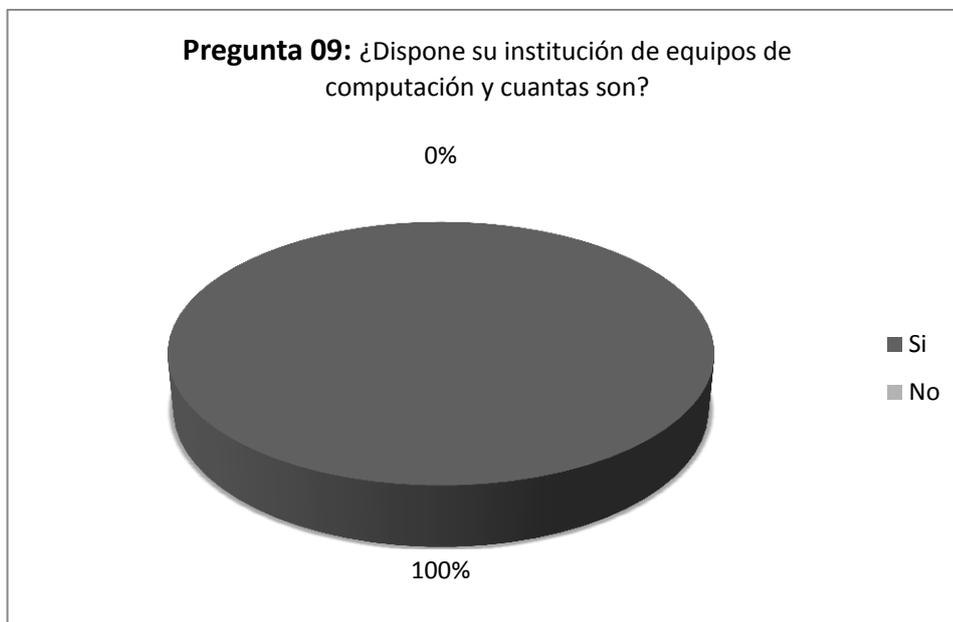
A las personas encuestadas responde que el punto que mayormente le atrae es el ahorro en el costo de llamada, aunque desde el punto de vista técnico el mejor punto es ocupar el internet como vía de viaje de la voz.

- **Pregunta N°09:** ¿Dispone su institución de equipos de computación y cuantas son?

**Tabla N.11:** Cuadro porcentual pregunta 9

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
<i>Sí</i>	45	100,00
<i>No</i>	0	0,00
<b>TOTAL</b>	45	100,00

**Fuente:** Investigador



**Figura N.20:** Gráfico pregunta 9

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 100% de los encuestados contestaron SÍ a la pregunta planteada, el 0% expresó un NO por respuesta.

Todos los encuestados expresó que tienen equipos de computación, el cual es un punto a favor porque así los estudiantes contarán con un valor agregado a su institución.

- **Pregunta N°10:** ¿Dispone de su institución del servicio de internet?

**Tabla N.12:** Cuadro porcentual pregunta 10, servicio de internet

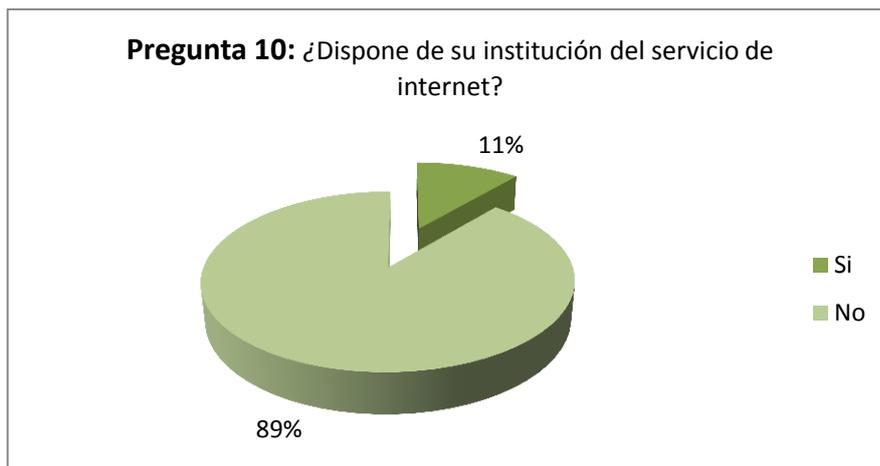
<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
<i>Sí</i>	5	11,11
<i>No</i>	40	88,89
<b>TOTAL</b>	45	100,00

**Fuente:** Investigador

**Tabla N.13:** Cuadro porcentual pregunta 10, alternativas

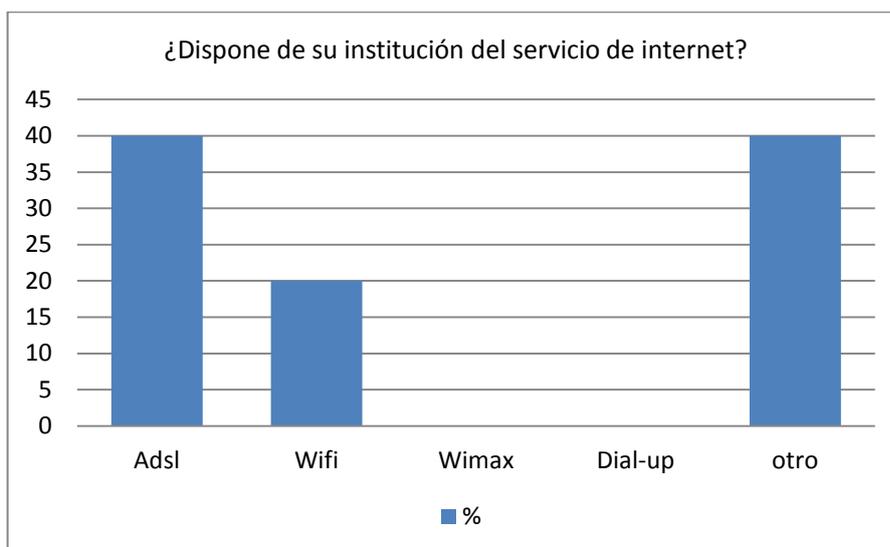
<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Adsl	2	4,44
Wifi	1	2,22
Wimax	0	0,00
Dial-up	0	0,00
otro	2	4,44
<b>TOTAL</b>	5	11,11

**Fuente:** Investigador



**Figura N.21:** Gráfico pregunta 10

**Fuente:** Investigador



**Figura N.22:** Gráfico de barras de la pregunta 10

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 11,11% de los encuestados contestaron SÍ a la pregunta planteada, el 88,89% expresó un NO por respuesta.

Casi en su totalidad las instituciones del Cantón Quero no disponen del servicio de Internet por falta de proyectos de comunicación de las anteriores autoridades que han tenido en el olvido a numerosas regiones del país. Pero el gobierno actual al implementar el Plan de conectividad el que consiste en brindar internet gratuito a las instituciones educativas, centros de salud y municipios.

- **Pregunta N°11:** ¿Cuántas horas ocupa el servicio de internet por día?

**Tabla N.14:** Cuadro porcentual pregunta 11, horas de internet

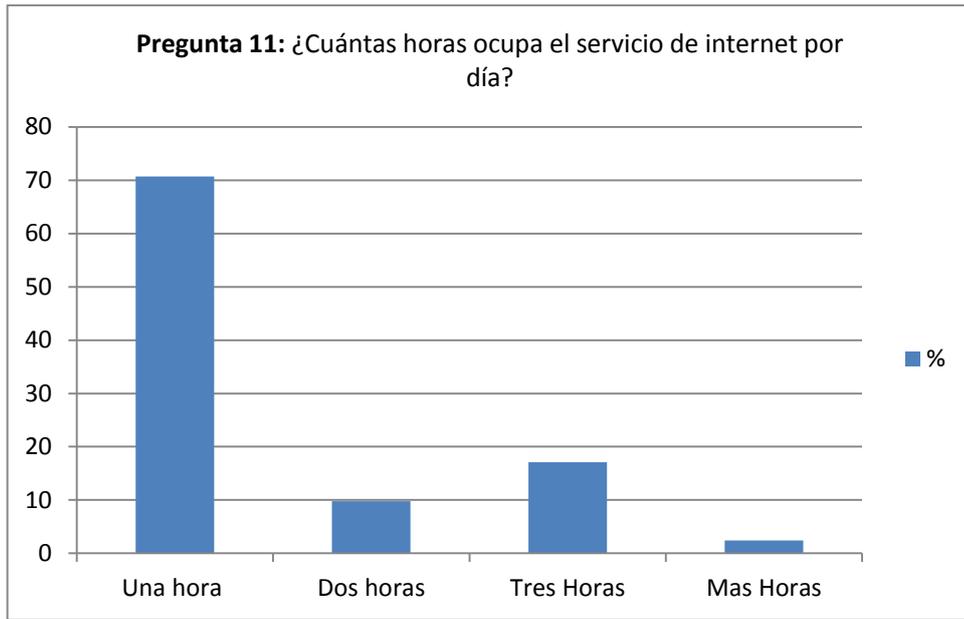
<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Una hora	29	64,44
Dos horas	4	8,89
Tres Horas	7	15,56
Mas Horas	1	2,22
<b>TOTAL</b>	41	91,11

**Fuente:** Investigador

**Tabla N.15:** Cuadro porcentual pregunta 11, alternativas

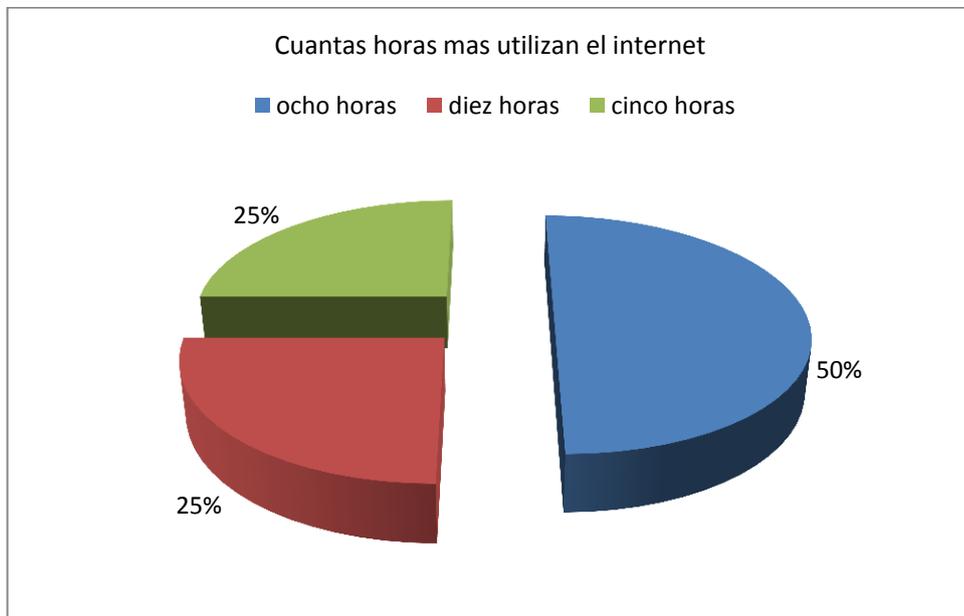
<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
ocho horas	2	4,44
diez horas	1	2,22
cinco horas	1	2,22
<b>TOTAL</b>	4	8,89

**Fuente:** Investigador



**Figura N.23:** Gráfico pregunta 11, horas de internet

**Fuente:** Investigador



**Figura N.24:** Gráfico pregunta 11, alternativas

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 64,44% de los encuestados contestaron UNA HORA a la pregunta planteada, el 8,89% expresó un DOS HORAS por respuesta el 15,56% respondieron TRES HORAS, y el 2,22% respondió MAS HORAS.

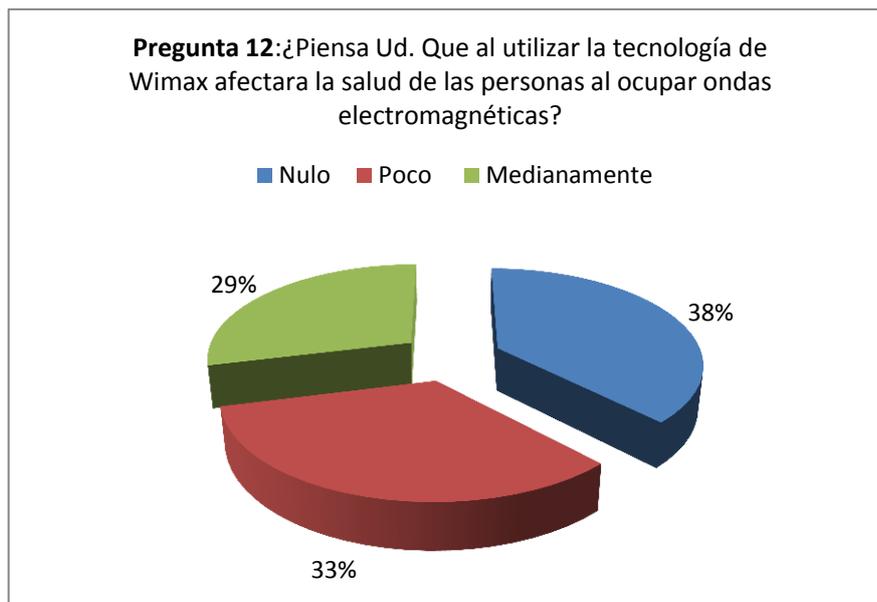
Los directores de las instituciones encuestados afirman que diariamente ocupan el Servicio de Internet. Es importante mencionar que una persona que utiliza el Internet de una manera adecuada cultiva el don de la investigación y aprendizaje.

- **Pregunta N°12:** ¿Piensa Ud. Que al utilizar la tecnología de Wimax afectara la salud de las personas al ocupar ondas electromagnéticas?

**Tabla N.16:** Cuadro porcentual pregunta 12

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Nulo	17	37,78
Poco	15	33,33
Medianamente	13	28,89
<b>TOTAL</b>	45	100,00

**Fuente:** Investigador



**Figura N.25:** Gráfico pregunta 12

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 37,78% de los encuestados contestaron NULO a la pregunta planteada, el 33,33% expresó un MEDIANAMENTE por respuesta y el 28,89% respondieron POCO.

Los empleados encuestados expreso que las ondas electromagnéticas no afectan a la salud de las personas.

- **Pregunta N°13:** ¿Al utilizar frecuencias altas cree Ud. Qué sufra interferencia en la señal transmitida conociendo que se puede tener pérdidas por vegetación, clima etc.?

**Tabla N.17:** Cuadro porcentual pregunta 13, interferencia de señal transmitida

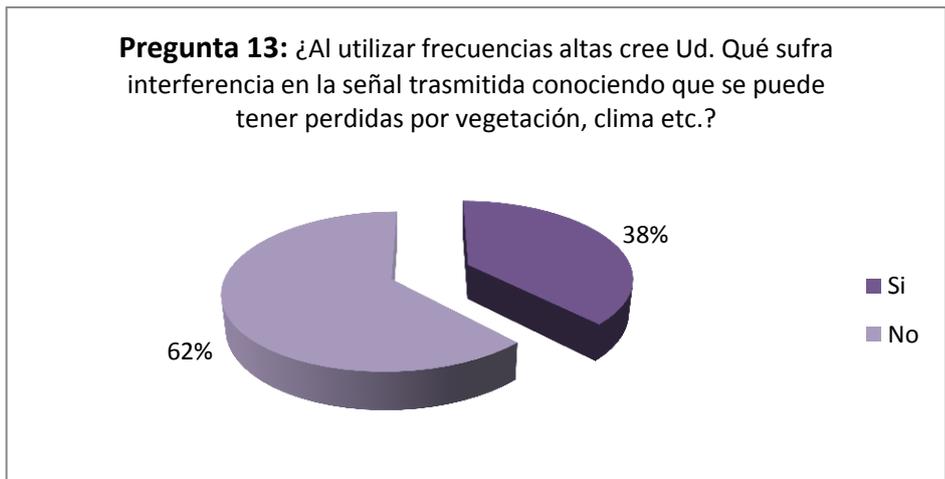
<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
<i>Sí</i>	17	37,78
<i>No</i>	28	62,22
<b>TOTAL</b>	45	100,00

**Fuente:** Investigador

**Tabla N.18:** Cuadro porcentual pregunta 13, alternativas

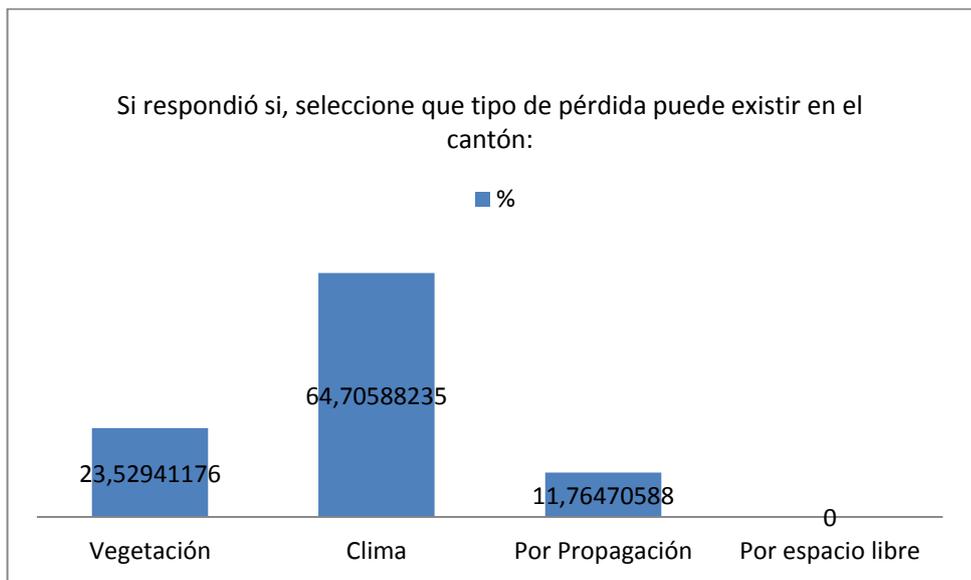
<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Vegetación	4	8,89
Clima	11	24,44
Por Propagación	2	4,44
Por espacio libre	0	0,00
<b>TOTAL</b>	17	37,78

**Fuente:** Investigador



**Figura N.26:** Gráfico pregunta 13, interferencia de señal transmitida

**Fuente:** Investigador



**Figura N.27:** Gráfico pregunta 13, alternativas

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 37,78% de los encuestados contestaron SÍ a la pregunta planteada, el 62,22% expresó un NO por respuesta.

La mayoría de los encuestados expresó que la señal no va sufrir interferencia pero una minoría piensa que el clima de Quero en las partes elevadas puede provocar una interferencia de señal.

- **Pregunta N°14:** ¿Al poder configurarse los anchos de banda cree Ud. Que a todas las instituciones educativas tiene que darse el mismo ancho de banda?

**Tabla N.19:** Cuadro porcentual pregunta 14, ancho de banda a las instituciones

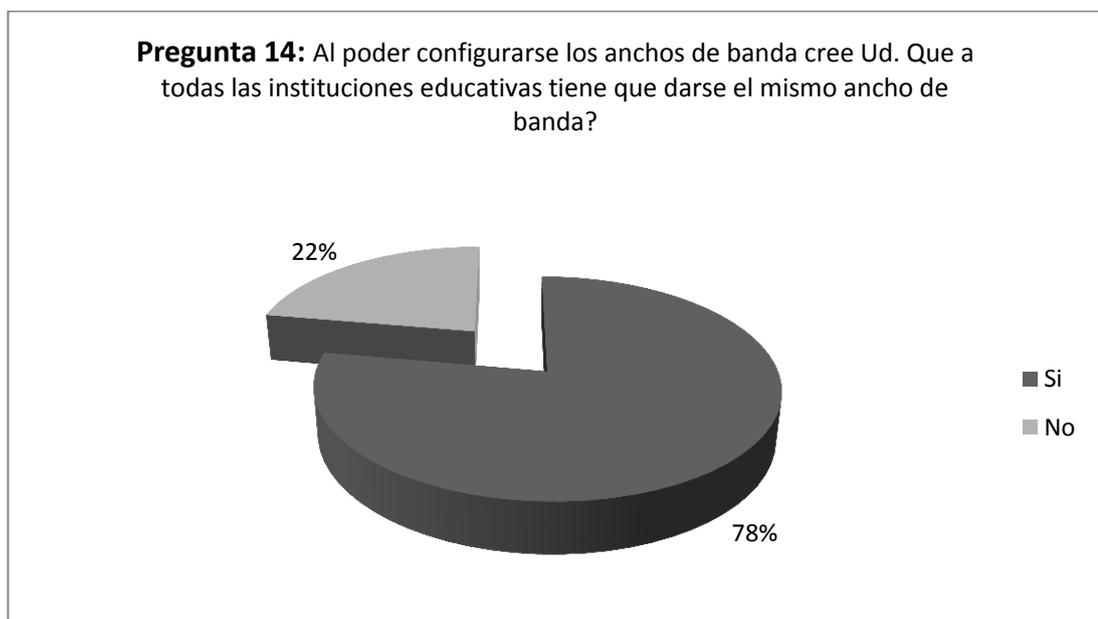
<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
<i>Sí</i>	35	77,78
<i>No</i>	10	22,22
<b>TOTAL</b>	45	100,00

**Fuente:** Investigador

**Tabla N.20:** Cuadro porcentual pregunta 14, alternativas

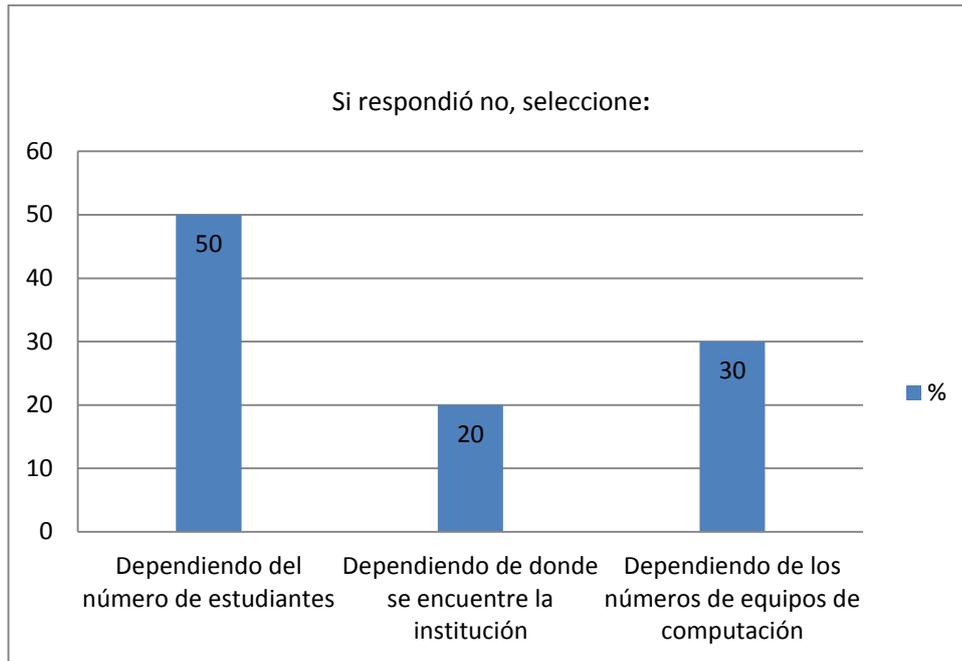
<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia (Personas Encuestadas)</i>	<i>%</i>
Dependiendo del número de estudiantes	5	50
Dependiendo de donde se encuentre la institución	2	20
Dependiendo de los números de equipos de computación	3	30
<b>Total</b>	10	100

**Fuente:** Investigador



**Figura N.28:** Gráfico pregunta 14, ancho de banda a las instituciones

**Fuente:** Investigador



**Figura N.29:** Gráfico pregunta 14, alternativas

**Fuente:** Investigador

– **Análisis e Interpretación:**

El 77,78% de los encuestados contestaron SÍ a la pregunta planteada, el 22,22% expresó un NO por respuesta.

Elevado porcentaje los encuestados afirmaron que se debe dar el mismo ancho de banda a todas las instituciones, aunque desde el punto de vista técnico se debe tomar en cuenta la cantidad de laboratorios, y a qué nivel pertenecen los alumnos para la capacitación de acceso a la tecnología y por lo tanto a herramientas de búsqueda como lo es el Internet.

## **4.2. Entrevista realizada**

La entrevista que se presenta a continuación fue realizada al Dr. Raúl Gavilanes –Alcalde del Cantón Quero:

### **1. ¿Qué se tiene planificado para las escuelas del Cantón Quero?**

*“El apoyo para el mejoramiento de la infraestructura y dar un mejor servicio en cuanto se refiere al internet ya que existe muy pocas escuelas que tienen este servicio, siendo Quero un cantón que no posee este servicio la idea sería brindar este servicio que es de mucha utilidad, con el cual se beneficiarían más o menos 3000 niños.”*

### **2. ¿A quién piensa solicitar la ayuda cuándo sea entregado el diseño del proyecto?**

*“Se ha venido conversando con el CNT y desde luego a través del Ministerio de Educación se haría una coordinación de manera adecuada, de tal manera q el Ministerio sirva de apoyo hacia el CNT y venga el servicio que necesita las instituciones educativas”.*

### **3. ¿Qué apoyo ha tenido del Gobierno?**

*“El CNT está mejorando lo que es la fibra óptica para que tenga un mayor alcance, se tiene entendido que se va a instalar en algunos sectores de alguna manera eso nos permitiría dar un servicio más adecuado a las escuelas”.*

### **4. ¿Qué beneficios cree que los estudiantes tengan en la actualidad con el internet?**

*“El acceso a la tecnología, porque el internet es un instrumento básico en estos momentos y muy necesario que todos los niños del cantón tengan acceso a este servicio, nosotros como autoridades locales estamos haciendo la gestión necesaria, de tal manera q hasta el último rincón de Quero sea beneficiado por este servicio que es muy necesario y muy indispensable”.*

#### **5. ¿Posee el municipio terrenos en el cerro de Llimpe?**

*“Si, el municipio del Cantón Quero posee terrenos en Llimpe, también en: Shaushi, Mulmul, Higualata, Parte alta de Yanayacu”.*

#### **4.3. SITUACION ACTUAL**

En la Tabla N.21 se detalla la institución con la dirección exacta y con los teléfonos en caso de requerirse.

**Tabla N.21:** Instituciones educativas, dirección, teléfono del Cantón Quero

Institución		Representante	Teléfonos	PARROQUIA	Dirección / Caserío
1	13 DE ABRIL	CRISTINA CHIMBO	032742042	QUERO	LA CALERA
2	17 DE ABRIL	ISABEL ROSARIO PAREDES ALDAS	032746012 032746059 0	QUERO	PEDRO FERMIN CEVALLOS Y JUAN BENIGNO VELA
3	17 DE ENERO	NORMA QUISHPE	032746276	QUERO	JALOA EL ROSARIO
4	ALFREDO COLOMA	MARTHA HERRERA	098858713	QUERO	HUALCANGA SANTA ANITA
5	ALFREDO TINAJERO	ESPINOZA GRACE	090067698	QUERO	SAN PEDRO DE SABAÑAG
6	BERNARDO DARQUEA	HIDALGO SANTIANA NORMA JIMENA	032829157	QUERO	San Vicente
7	CARLOS DARWIN	BLANCA HERMINIA GUAMAN SAILEMA	032748006 098049402	QUERO	SAN JOSE EL GUANTO

8	CARLOS MONTEVERDE	HOLGUER POLIVIO MAYORGA PEREZ	032452680	QUERO	SAN ANTONIO DE HIPOLONGUITO
9	CARLOS SEVILLA	FABIOLA EUGENIO	086937806	QUERO	PUEBLO VIEJO
10	COTOPAXI	MARGARITA RIVERA	091038645	QUERO	HUALCANGA SAN LUIS
11	CURARAY	JUANA MASABANDA	032413607	QUERO	SAN NICOLAS
12	DOLORES SUCRE	MARIANA MERCEDES SALAS ALVAREZ	032746122	QUERO	PEDRO FERMIN CEVALLOS
13	ETELVINA ERDOIZA DE GRIJALVA	NORMA CECILIA GUACHI	084419350	QUERO	JALOA LA LIBERTAD
14	GUSTAVO EGUEZ	RAUL NARANJO	092280586	QUERO	HUALCANGA CHICO ZONA 1
15	HEROES DE PAQUISHA	MONICA MERCEDES LUNA HERRERA	032746623	QUERO	SHAUSHI
16	JOAQUIN RIERA	MARIO RIVERA	0	QUERO	LLIMPE GRANDE
17	JOSE HERVAS	NORMA PILATAXI	090988607	QUERO	JALOA LA PLAYA
18	JULIO C. LARREA	NOEMI TOASA TOAZA	0	QUERO	EL PLACER
19	JULIO IZQUIERDO	FELIS ALBERTO ROJAS LLERENA	032746699	QUERO	JUAN BENIGNO VELA Y MARIANO BENITEZ
20	LA INDEPENDENCIA	MARCO VINICIO POVEDA MARIÑO	095233975	QUERO	SAN VICENTE ALTO
21	MACHINAZA	NANCY FRUTOS	032874424	QUERO	EL SANTUARIO
22	MARIANO CASTILLO	MARIO REAL	032746168	QUERO	PEDRO FERMIN CEVALLOS
23	PRIMERO DE MAYO	GLORIA HARO	032875596	QUERO	CRUZ DE MAYO
24	QUERO	NINO AQUILINO INCA PAZMIÑO	080480654	QUERO	JALOA ALTO EL GUASMO
25	TENA	SILVIA MARGARITA VILLA TELLO	2746519	QUERO	LLIMPE CHICO
26	UNIDAD EDUCATIVA ROSA ZARATE	RAUL ARMIJOS	032746457	QUERO	PUÑACHIZAG
27	VICENTE LEON	RITA VILLAFUERTE	082583813	QUERO	HUALCANGA SAN FRANCISCO
28	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSI QUERO			QUERO	Calle A y 17 de abril)

29	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSI EL PLACER			QUERO	EL PLACER
30	BIBLIOTECA MUNICIPAL	MELBA NARCISA FRANCO	032746304 ext. 107	QUERO	GARCIA MORENO Y 17 DE ABRIL
31	MUNICIPIO DE QUERO	Dr. RAUL GAVILANES	032746304	QUERO	GARCIA MORENO Y 17 DE ABRIL
32	CAMILO PONCE ENRIQUE	MERCEDES DEL PILAR CHICACHI CARRASCO	032867118	Rumipamba	Guangalo
33	CARLOS ZAMBRANO	BOLIVAR VARGAS VILLACRES	032415002	Rumipamba	Pilco
34	COLOMBIA	MEDINA CAICEDO MERCEDES DEL ROSARIO	032422953	Rumipamba	Yayulihui Centro
35	FE Y ALEGRIA	NANCY HILIANA OJEDA SANCHEZ	032746822	Rumipamba	Yayulihui Alto
36	JOSEFA CALIXTO	ERMINIA EMPERATRIZ SANGUIL LALALEO	032522058	Rumipamba	Rumipamba
37	MOISES SANCHEZ	CESAR EFRAIN BUSTAMANTE ROMERO	084298735	Rumipamba	Chocalo San Francisco
38	VICTOR MANUEL PEÑAHERRERA	CARMEN MARGOT BARRIGA HARO	080418027	Rumipamba	Hipolongo Cuatro Esquinas
39	BIBLIOTECA MUNICIPAL	MARIANA OCAÑA	0	Rumipamba	Rumipamba Centro
40	DR ALFREDO BAQUERIZO MORENO	MARIANA ELIZABETH MOYA	091684811	Yanayacu	MOCHAPATA
41	ECUADOR	SONIA PAMBOZA	097550216	Yanayacu	YANAYACU CENTRO
42	MERCEDES DE JESUS MOLINA	DORILA SANCHEZ	086991801	Yanayacu	LA DOLOROSA
43	PABLO NERUDA	ZOILA GAVILANES		Yanayacu	LUIS LOPEZ
44	ANGEL SERAFIN PULGA	FELICIDAD BERTHA MOROCHO BONILLA	032367004	Yanayacu	DOCE DE OCTUBRE
45	BIBLIOTECA MUNICIPAL	Dolores Carvajal	032779470	Yanayacu	YANAYACU CENTRO

**Fuente:** Investigador

En la Tabla N.22 se detalla el personal que existe tanto docentes, administrativos y total de estudiantes.

**Tabla N.22:** Cuadro de personal de las instituciones educativas.

Institución		Total	Docentes	Administrativos
1	13 DE ABRIL	22	2	0
2	17 DE ABRIL	712	48	7
3	17 DE ENERO	63	4	0
4	ALFREDO COLOMA	23	2	0
5	ALFREDO TINAJERO	9	1	0
6	BERNARDO DARQUEA	62	3	0
7	CARLOS DARWIN	26	2	0
8	CARLOS MONTEVERDE	43	3	0
9	CARLOS SEVILLA	34	2	0
10	COTOPAXI	88	5	0
11	CURARAY	28	2	0
12	DOLORES SUCRE	371	19	2
13	EVELVINA ERDOIZA DE GRIJALVA	51	3	0
14	GUSTAVO EGUEZ	21	2	0
15	HEROES DE PAQUISHA	128	8	0
16	JOAQUIN RIERA	17	2	0
17	JOSE HERVAS	31	4	0
18	JULIO C. LARREA	59	5	0
19	JULIO IZQUIERDO	96	3	1
20	LA INDEPENDENCIA	34	2	0
21	MACHINAZA	55	2	0
22	MARIANO CASTILLO	553	22	1

23	PRIMERO DE MAYO	48	2	0
24	QUERO	25	1	0
25	TENA	55	4	0
26	UNIDAD EDUCATIVA ROSA ZARATE	297	18	5
27	VICENTE LEON	40	3	0
28	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSI QUERO	450	15	3
29	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSI EL PLACER	80	15	0
30	BIBLIOTECA MUNICIPAL	0	0	0
31	MUNICIPIO DE QUERO	0	0	0
32	CAMILO PONCE ENRIQUE	47	4	0
33	CARLOS ZAMBRANO	66	4	0
34	COLOMBIA	17	4	0
35	FE Y ALEGRIA	119	7	1
36	JOSEFA CALIXTO	27	5	0
37	MOISES SANCHEZ	39	4	0
38	VICTOR MANUEL PEÑAHERRERA	39	3	0
39	BIBLIOTECA MUNICIPAL			
40	DR ALFREDO BAQUERIZO MORENO	12	4	0
41	ECUADOR	46	3	0
42	MERCEDES DE JESUS MOLINA	41	3	3
43	PABLO NERUDA	54	2	0
44	ANGEL SERAFIN PULGA	19	1	0

**Fuente:** Investigador

En la Tabla N.23 se puede observar la infraestructura y necesidades de las instituciones educativas en Quero

**Tabla N.23:** Cuadro estadístico de infraestructura y requerimientos instituciones educativas en el Cantón Quero

Institución		# Aulas	Laboratorio Computación	# Computadores	Agua	Luz	Pozo Séptico	Alcantarillado	Observaciones
1	13 DE ABRIL	2	SI	3	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita cambiar el techo de las Aulas.</li> <li>• Se necesita el arreglar los tumbados para que no pasen la Ceniza.</li> <li>• Nenecita el arreglo de las Bateria Sanitarias.</li> </ul>
2	17 DE ABRIL	48	SI	20	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de más computadores para satisfacer al número de estudiantes.</li> <li>• No se tiene una partida presupuestaria para el mantenimiento del Internet.</li> <li>• Se sugiere que algún ente gubernamental pueda ayudar con el equipamiento del laboratorio y el servicio de Internet.</li> </ul>
3	17 DE ENERO	4	NO	4	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de un aula para el laboratorio de computación.</li> <li>• Cambio de pisos de todas las Aulas.</li> <li>• Cambio de puerta de ingreso en el cerramiento.</li> </ul>
4	ALFREDO COLOMA	7	SI	3	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita cambiar el techo de dos Aulas.</li> <li>• Se necesita cambiar las puertas de todas las aulas porque están muy viejas.</li> <li>• Se necesita protectores de las ventanas.</li> <li>• Cerramiento para protección.</li> </ul>
5	ALFREDO TINAJERO	4	NO	2	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita cambiar el techo de dos Aulas.</li> <li>• Se necesita el arreglar los tumbados para que no pasen la Ceniza VOLCANICA.</li> </ul>
6	BERNARDO DARQUEA	3	SI	4	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de mayor numero de computadores.</li> <li>• Necesidad una división en una aula existente.</li> </ul>

									<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuación de una aula.</li> <li>• Juegos infantiles.</li> </ul>
7	CARLOS DARWIN	3	SI	2	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita cambiar el techo todas las Aulas.</li> <li>• Se necesita el arreglar los tumbados para que no pasen la Ceniza.</li> <li>• Se necesita arreglar los Baños.</li> <li>• Se necesita pintura para pintar la Escuela.</li> </ul>
8	CARLOS MONTEVERDE	5	SI	7	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de cambiar los pisos de las aulas.</li> <li>• Se necesita cielo raso para dos aulas.</li> <li>• Terminar el cerramiento de la escuela.</li> <li>• División para una Aula.</li> </ul>
9	CARLOS SEVILLA	3	SI	2	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de cambio de techo de las dos aulas.</li> <li>• Se necesita un letrero con el nombre de la Escuela.</li> <li>• Arreglo de batería Sanitaria.</li> </ul>
10	COTOPAXI	6	SI	8	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita cambiar el techo de una Aula.</li> <li>• Se necesita un aula para el Laboratorio de computación.</li> </ul>
11	CURARAY	3	NO	6	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de arreglo del entablado de aulas.</li> <li>• Se necesita el arreglo del tumbado de dos aulas y techo</li> </ul>
12	DOLORES SUCRE	15	SI	8	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesitan un mayor numero de computadores</li> <li>• Se necesita el arreglo del techo de la bodega.</li> <li>• Se necesita protectores para puestas y ventanas de la nueva aula.</li> <li>• Se necesita la revisión de la instalación eléctrica de la nueva aula.</li> <li>• Remodelación de las baterías sanitarias.</li> <li>• Se recomienda la dotación de recipientes de basura con el logo de la Municipalidad.</li> <li>• Se requiere el mantenimiento de la cubierta del edificio antiguo.</li> </ul>
13	ETELVINA ERDOIZA DE GRIJALVA	4	NO	5	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de un aula para el laboratorio de computación.</li> <li>• Necesidad de la construcción de cocina comedor.</li> <li>• Se necesita el Internet.</li> </ul>
14	GUSTAVO EGUEZ	2	NO	2	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita un aula para computación.</li> </ul>

									• Se necesita cambiar el techo porque esta en mal estado
15	HEROES DE PAQUISHA	9	SI	7	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de construcción de un bloque de tres pisos.</li> <li>• Necesidad de una nueva batería sanitaria.</li> <li>• Necesidad de una cubierta para la cancha.</li> <li>• Se necesita más computadores.</li> </ul>
16	JOAQUIN RIERA	6	SI	2	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de cambio de techo de todas las aulas.</li> <li>• Necesidad de seguridades en el aula de computación.</li> <li>• Necesidad de arreglo del cerramiento.</li> <li>• Nota.- Se manifiesta por parte del director de la escuela que son cuatro años que se ha solicitado al señor Alcalde pero que hasta la fecha no se les ayuda.</li> </ul>
17	JOSE HERVAS	4	NO	6	SI	SI	SI	NO	• Necesidad de un aula para el laboratorio de computación.
18	JULIO C. LARREA	5	SI	2	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de reconstrucción de las baterías sanitarias.</li> <li>• Necesidad de techos de un aula.</li> <li>• Se necesita cambiar los pisos.</li> <li>• Juegos Infantiles.</li> </ul>
19	JULIO IZQUIERDO	3	NO	3	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de más computadores.</li> <li>• Necesidad de la construcción de un Laboratorio de cómputo.</li> </ul>
20	LA INDEPENDENCIA	3	NO	2	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de la construcción de una cocina comedor.</li> <li>• Se necesita la construcción de un laboratorio de cómputo.</li> <li>• Necesidad de la construcción del cerramiento de la Escuela.</li> <li>• Se necesita un proyector.</li> </ul>
21	MACHINAZA	4	SI	2	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manifiesta que ha tenido poca ayuda por parte de la Municipalidad.</li> <li>• Necesita el cerramiento de la escuela</li> <li>• Se necesita cambiar el techo algunas Aulas.</li> <li>• Se necesita el arreglar los tumbados para que no pasen la Ceniza</li> </ul>
22	MARIANO CASTILLO	19	SI	16	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de más computadores.</li> <li>• Adecuación del Laboratorio de cómputo.</li> <li>• Construcción de un bloque de Aulas de tres piso.</li> </ul>

									• Cambio de techos de seis aulas
23	PRIMERO DE MAYO	3	SI	1	SI	SI	SI	NO	• Necesidad de protectores de las puertas. • Se necesita el arreglo del tumbado de las aulas y techos. • Cubierta para graderío.
24	QUERO	1	NO	3	SI	SI	SI	NO	• Se necesita cambiar el techo de la Aula. • La pared de la escuela se encuentra trizado. • Se necesita pavimentar el frente de la escuela. • Se necesita terminar las baterías sanitarias • Se necesita una cocina comedor y otra Aula.
25	TENA	5	SI	3	SI	SI	NO	SI	• Necesidad de tumbado para las tres aulas. • Construcción de un tanque de reserva para almacenar el agua. • Necesidad de una puerta de entrada en el ingreso de cancha. • Necesidad de pintura para pintar el establecimiento Educativo.
26	UNIDAD EDUCATIVA ROSA ZARATE	10	SI	20	SI	SI	NO	SI	• Necesidad de construcción de un bloque de tres pisos. • Necesidad de mantener los profesores contratados.
27	VICENTE LEON	3	SI	3	SI	SI	SI	NO	• Se necesita tener el Internet independiente de la comunidad. • Se necesita un aula para el Laboratorio de computación. • Necesidad de mantener los profesores contratados por la Municipalidad de inglés y computación.
28	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSI QUERO	9	SI	6	SI	SI	NO	SI	• Necesidad de más computadores para satisfacer al número de estudiantes
29	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSI EL PLACER	3	NO	2	SI	SI	SI	NO	• Necesidad de más computadores para satisfacer al número de estudiantes
30	BIBLIOTECA MUNICIPAL		SI	14					• Necesidad De Internet gratuita.
31	MUNICIPIO DE QUERO			60	SI	SI	NO	SI	

32	CAMILO PONCE ENRIQUE	5	SI	8	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de cerramiento y gradas.</li> <li>• Mejoramiento de las baterías Sanitarias</li> </ul>
33	CARLOS ZAMBRANO	5	NO	3	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de construcción de aula para computación.</li> <li>• Mallas para elevar el cerramiento de la Escuela.</li> <li>• Pavimento del patio y entrada de la escuela.</li> </ul>
34	COLOMBIA	5	NO	2	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de techo para dos aulas.</li> <li>• Cubre ventanas y puertas.</li> <li>• Juegos recreativos.</li> </ul>
35	FE Y ALEGRIA	9	SI	12	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de pavimento del patio interior y posterior.</li> <li>• Mejoramiento del Laboratorio de computación</li> <li>• Culminación del cerramiento de la escuela.</li> </ul>
36	JOSEFA CALIXTO	4	NO	3	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de construcción de aula para computación.</li> <li>• Construcción de un comedor escolar.</li> <li>• Construcción de un aula para primero de básica.</li> <li>• Mallas para elevar el cerramiento de la Escuela.</li> </ul>
37	MOISES SANCHEZ	3	NO	6	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de una aula para Computación</li> <li>• Se necesita cambiar el techo de tres aulas.</li> <li>• Necesidad de arreglar el tumbado.</li> <li>• Mejoramiento de las baterías Sanitarias</li> </ul>
38	VICTOR MANUEL PEÑAHERRERA	3	NO	3	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de un aula para computación.</li> <li>• Necesidad de unas nuevas aulas en vista de que se están hundiendo.</li> <li>• Remodelación de la cocina comedor y bodega.</li> <li>• Pavimento del patio de la escuela.</li> </ul>
39	BIBLIOTECA MUNICIPAL			8	SI	SI	NO	SI	* Necesidad del servicio de Internet.
40	DR ALFREDO BAQUERIZO MORENO	2	SI	4	SI	SI	NO	SI	• Construcción de un aula para laboratorio de cómputo.
41	ECUADOR	3	SI	2	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de Internet.</li> <li>• Necesidad de cambio de pisos de las tres aulas.</li> <li>• Revisión del huerto Escolar.</li> </ul>

42	MERCEDES DE JESUS MOLINA	4	SI	3	SI	SI	NO	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de Internet.</li> <li>• Necesidad del segundo piso de la cocina comedor.</li> <li>• Necesidad de mayor numero de computadores.</li> </ul>
43	PABLO NERUDA	3	SI	6	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de construcción de dos aulas.</li> <li>• Necesidad de más computadores.</li> </ul>
44	ANGEL SERAFIN PULGA	1	NO	5	SI	SI	SI	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de cambio de techo de la Aula.</li> <li>• Construcción de un aula para laboratorio de cómputo.</li> <li>• Necesidad de cocina comedor.</li> <li>• Necesidad de baterías sanitarias.</li> <li>• Protección de puertas.</li> <li>• Juegos infantiles.</li> </ul>
45	BIBLIOTECA MUNICIPAL			7	SI	SI	NO	SI	* Necesidad del servicio de Internet.

**Fuente:** Investigador

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES**

- Se determina que cada una de las instituciones educativas poseen un promedio de dos computadores así como las biblioteca poseen 3 computadores.
- Se observa que el numero de alumnos es elevado en la mayoría de las instituciones supera los 50 alumnos excepto en muy pocas instituciones como son las escuelas 13 de Abril, Alfredo Coloma, Alfredo Tinajero, Carlos Darwin, Carlos Sevilla, Curaray, Gustavo Eguez, Joaquín Riera, José Hervas, La Independencia, Quero, Colombia, Dr. Alfredo Baquerizo Moreno, Ángel Serafín Pulga.
- De las encuestas se concluye que necesitan el servicio de internet las instituciones educativas para el desarrollo intelectual de los niños y/o personal docente.
- De entrevista realizada al sr. alcalde se determina que existe un enorme interés introducir el servicio de internet a instituciones educativas y así poco a poco introducir tecnologías actuales a sectores rurales.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda aumentar el número de computadores en las distintas instituciones, considerando que es reducido e insuficiente para la cantidad de alumnos que tienen que utilizarlas.
- Según el análisis de las encuestas se obtuvieron los resultados en el que se indica la necesidad de que las instituciones educativas posean el servicio Internet por medio de tecnología WiMAX ya que las distancias a cubrir son considerables.
- Se recomienda se realice una revisión de la infraestructura de las Instituciones en especial de edificios, instalaciones, equipos de los centros de trabajo y realización de tareas del personal, para verificar y tener un registro real sobre las necesidades.
- Se recomienda un estudio de una red inalámbrica para proporcionar el servicio de Internet a las instituciones educativas en el cantón Quero

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

**TEMA:** Diseño de una red Wimax que permita el acceso del Servicio de Internet a las instituciones educativas de nivel primario y secundario del cantón Quero.

#### **6.1. Datos informativos.**

Institución: Todas las instituciones educativas del cantón Quero

Provincia: Tungurahua

Cantón: Quero

Responsable de la investigación: Holguer Manjarrés

#### **6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.**

El cantón de Quero no posee un diseño de una red inalámbrica para interconectar los centros educativos a la Web, dejando a los alumnos marginados del Servicio de Internet por lo que es necesario el planteamiento del presente diseño y así integrar a esta parte de la población al desarrollo tecnológico sin costo para los beneficiarios directos ya que está contemplado en el Plan de Conectividad que brinda el internet gratuito en los establecimientos educativos

fiscales, centros de salud públicos, cooperativas rurales registradas, centros de rehabilitación social .

Se determinan que cinco instituciones educativas poseen internet pero que el Servicio de Internet está ocupado para el área administrativa, mas no para los laboratorios de computación, ya que no posee un buen ancho de banda ni un estudio de cableado para brindar el internet a los laboratorios.

La aplicación de la red Wimax sin duda representa un gran beneficio para las instituciones, una vez implementada esta red, se podrá ofrecer servicios adicionales como telefonía IP o Video conferencia, canales para aplicaciones municipales y la ampliación a subcentros de salud, municipio, etc.

### **6.3. Justificación.**

El trabajo consiste básicamente en proveer a todas las instituciones educativas que se encuentran en el cantón Quero el servicio de Internet mediante una red inalámbrica, aprovechando las grandes ventajas que una infraestructura de este tipo puede llegar a proporcionar.

En el proyecto también se pretende a que dichas instituciones tengan la posibilidad de acceder nuevos servicios que ofrecen las nuevas tecnologías como es el servicio de Internet

La implementación de esta propuesta significa mejorar varios ámbitos en base a la tecnología ya que es la que cada vez ocupa más lugar en la educación y en la satisfacción de necesidades para el bienestar, así al trabajar con este proyecto y verse relacionados todos los estudiantes maestros, y servidores públicos, permiten el desarrollo tecnológico del cantón a través de esta propuesta.

## **6.4. Objetivos.**

### **6.4.1. Objetivo General.**

- Realizar el diseño de una red inalámbrica Wimax para proporcionar el servicio de Internet en las instituciones educativas de nivel primario y secundario del cantón Quero.

### **6.4.2. Objetivos Específicos.**

- Analizar equipos a utilizarse en el diseño de la red inalámbrica Wimax.
- Seleccionar que tipos de equipos va a utilizarse y definir el estándar de los mismos.
- Desarrollar los cálculos de propagación de la red de cada radio enlace con las posiciones geográficas de las instituciones.
- Presupuestar el diseño en donde constara todos los gastos de infraestructura y equipos a utilizarse.

## **6.5. Análisis De Factibilidad**

Desde los diferentes puntos de vista analizados previamente con la CNT E.P en la cual se desarrollo el proyecto, el tutor a cargo del mismo, el presente proyecto desarrollado se analizo desde los siguientes puntos para verificar si es o no factible implementarlo:

## **Factibilidad Técnica**

Para el desarrollo del proyecto se analizó la parte técnica con fin de verificar que los equipos, instrumentos y otros, son factibles de comprar en el mercado local. Una vez analizado todas estas condiciones en el sitio de implementación se dedujo que el proyecto cumple con las condiciones para poder ser implementado.

## **Factibilidad Económica**

La propuesta de la red inalámbrica con tecnología Wimax, económicamente es viable en vista que el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, MINTEL brindará el apoyo económico necesario para la implementación del proyecto.

## **6.6. Fundamentación.**

### **6.6.1. WiMAX**

WiMAX (Interoperabilidad Mundial de Acceso por Microondas) es un sistema de transmisión inalámbrica vía microondas capaz de proporcionar servicios de banda ancha. Las comunicaciones se efectúan a través de una antena local a los hogares y a las empresas que están dentro del área de cobertura de su estación base.

WiMAX supone una solución económica al problema tecnológico de la última milla para ofrecer servicios de gran ancho de banda a múltiples usuarios y es una alternativa viable a la instalación de fibra óptica hasta el usuario o a la adaptación de los sistemas de televisión por cable para ofrecer servicios de banda ancha. WiMAX forma parte de la familia de estándares 802.16 del IEEE e HyperMAN de la ETSI y utiliza bandas licenciadas y no licenciadas.

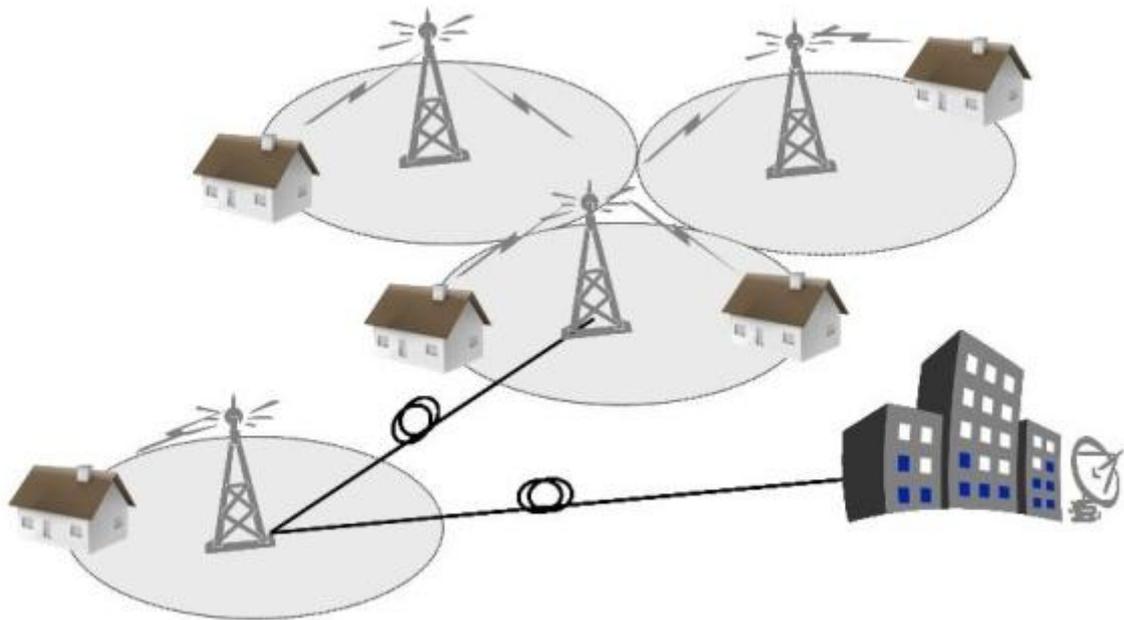
**Tabla N.24:** Principales características de los estándares 802.16 WIMAX

	<b>802.16</b>	<b>802.16a</b>	<b>802.16e</b>
<b>Espectro</b>	10 - 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
<b>Funcionamiento</b>	Solo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)
<b>Tasa de bit</b>	32 - 134 Mbit/s con canales de 28 MHz	Hasta 75 Mbit/s con canales de 20 MHz	Hasta 15 Mbit/s con canales de 5 MHz
<b>Modulación</b>	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK, 16QAM, 64QAM	Igual que 802.16a
<b>Movilidad</b>	Sistema fijo	Sistema fijo	Movilidad pedestre
<b>Anchos de banda</b>	20, 25 y 28 MHz	Seleccionables entre 1,25 y 20 MHz	Igual que 802.16a con los canales de subida para ahorrar potencia
<b>Radio de celda típico</b>	2 - 5 km aprox.	5 - 10 km aprox. (alcance máximo de unos 50 km)	2 - 5 km aprox.

**Fuente:** <http://wimaxtech.galeon.com/>

En la Tabla N.24 se detalla algunos aspectos característicos sobre algunos estándares dentro de Wimax

Dependiendo de la implementación puesta en práctica, WiMAX ofrece un servicio de hasta 70 Mbps y accesos concurrentes de hasta 48Km de radio.



**Figura N.30:** Accesos WiMAX

**Fuente:** <http://www.bandaancha.es/Informacion/Tecnologias/TecnologiasInalamblicas/Paginas/WiMAX.aspx>

En la Figura N.30 observamos que Wimax puede ocuparse a grandes distancias con accesos concurrentes y poseer un gran ancho de banda.

#### 6.6.1.1. Características Principales de Wimax

- Anchos de canal entre 1,5 y 20 MHz.
- Utiliza modulaciones OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) y OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) con 256 y 2048 portadoras respectivamente, que permiten altas velocidades de transferencia incluso en condiciones poco favorables. Esta técnica de modulación es la que también se emplea para la TV digital, sobre cable o satélite, así como para Wi-Fi (802.11a) por lo que está suficientemente probada.

- Incorpora soporte para tecnologías “Smart antenas” que mejoran la eficiencia y la cobertura. Estas antenas son propias de las redes celulares de 3G, mejorando la red espectral, llegando así a conseguir el doble que 802.11.
- Incluye mecanismos de modulación adaptativa, mediante los cuales la estación base y el equipo de usuario se conectan utilizando la mejor de las modulaciones posibles, en función de las características del enlace radio.
- Soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda y es adecuada tanto para tráfico continuo como a ráfagas, siendo independiente de protocolo; así, transporta IP, Ethernet, ATM etc. y soporta múltiples servicios simultáneamente ofreciendo Calidad de Servicio (QoS) en 802.16e, por lo cual resulta adecuado para voz sobre IP (VoIP), datos y vídeo.
- También, se contempla la posibilidad de formar redes malladas (*mesh networks*) para que los distintos usuarios se puedan comunicar entres sí, sin necesidad de tener visión directa entre ellos.

Las bondades de la tecnología WiMAX se deben a su eficiente utilización del espectro de frecuencias asignado. WiMAX usa una capa física diferente a Wi-Fi y una capa MAC adaptada a las demandas de las aplicaciones que sobre ella. La modulación es OFDMA y la capa MAC permite una asignación de recursos optimizada y soporte de QoS.

El tipo de modulación usado se adapta bien a entornos en los que no existe una línea de visión directa (NLOS).OFDMA proporciona una modulación adaptativa a cada suscriptor de forma individual de acuerdo a la capacidad del radio canal asignado.

**Tabla N.25:** Tamaños de celda típicos y el rendimiento en la frecuencia de 3.5 GHz en diferentes entornos y configuraciones

Entorno	Tamaño celda	Rendimiento
Urbanos en interiores (NLOS)	1 km	21 Mbps con canales 10 MhZ
Suburbanos en interiores (NLOS)	2.5 km	22 Mbps con canales 10 MhZ
Suburbanos en exteriores (NLOS)	7 km	22 Mbps con canales 10 MhZ
Rurales en interiores (NLOS)	5 km	4.5 Mbps con canales 3.5 MhZ
Rurales en exteriores (LOS)	15 km	4.5 Mbps con canales 3.5 MhZ

**Fuente:** [http://www.cii-murcia.es/informas/abr05/articulos/WiMAX\\_y\\_WiFi\\_Competidores\\_o\\_aliados.pdf](http://www.cii-murcia.es/informas/abr05/articulos/WiMAX_y_WiFi_Competidores_o_aliados.pdf)

En la Tabla N.25 se muestra los diferentes entornos urbanos, suburbanos y rurales en como el rendimiento del sistema Wimax trabaja teniendo en cuenta los tamaños de las celdas, anchos de banda con sus respectivos canales de frecuencia.

Wimax opera en bandas reguladas y no reguladas. El tamaño de canal mínimo es de 1.75 MHz aunque el óptimo se fija en 10 MHz.

#### 6.6.1.2. Ventajas de Wimax

Las ventajas del sistema Wimax son las siguientes:

- Reducidos costes de inversión inicial y despliegue rápido.
- Las inversiones crecen de forma proporcional al número de clientes: los equipos de usuario se van añadiendo a medida que éstos se abonan.
- Fácil escalabilidad: se aumenta la capacidad para los nuevos usuarios añadiendo los transmisores necesarios.

- Apropriada para entornos rurales donde no llegan otras tecnologías cableadas como ADSL

### **6.6.1.3. Limitaciones de Wimax**

Las limitaciones del sistema Wimax son las siguientes:

- Necesidad de visión directa entre la antena de usuario y la estación base para el estándar WIMAX que opera en la banda 10-66 GHz lo que supone un problema en las ciudades y obliga a emplazar repetidores para evitar zonas de sombra.
- Las empresas que deseen prestar servicios en bandas licenciadas tienen que estar en el registro de la SUPERTEL y especificar bandas concretas.

## **6.6.2. Modulación en Wimax**

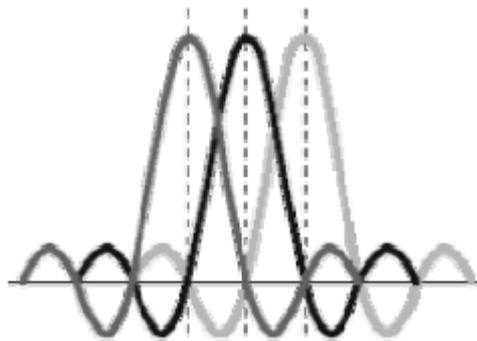
### **6.6.2.1. OFDM**

OFDM es el acrónimo de Orthogonal Frequency Division Multiplex, corresponde por qué WiMAX puede ofrecer enlaces a altas velocidades y con algunas características extras, como lo son la resistencia a desvanecimientos por multi trayectorias e interferencias. OFDM no es una tecnología nueva, fue patentado en 1970 por los laboratorios Bell e incorporado a las tecnologías DSL (Digital Subscriber Line), así como al estándar 802.11a y 802.11g logrando aumentar la velocidad de transferencia máxima, 11 [Mbps] del 802.11b, a 54 [Mbps] teóricos.

OFDM es una técnica de comunicación que divide un canal, de frecuencia, en un número determinado de bandas de frecuencias equiespaciadas, en cada banda se transmite un subportadora que transporta una porción de la información

del usuario. Cada subportadora es ortogonal al resto, dándole el nombre a esta técnica de multiplexación por división de frecuencia.

OFDM es una técnica basada en la multiplexación por división de frecuencia (FDM), pero el hecho de que cada subportadora sea ortogonal al resto permite que el espectro de cada una estén traslapadas, y no exista interferencia, aumentando la eficiencia del uso del espectro debido a que no se utilizan bandas de separación entre subportadoras.



**Figura N.31:** Subportadoras ortogonales permiten traslape de sus espectros sin interferencias.

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/e/e5/AnexoFG-Marcomun.pdf>

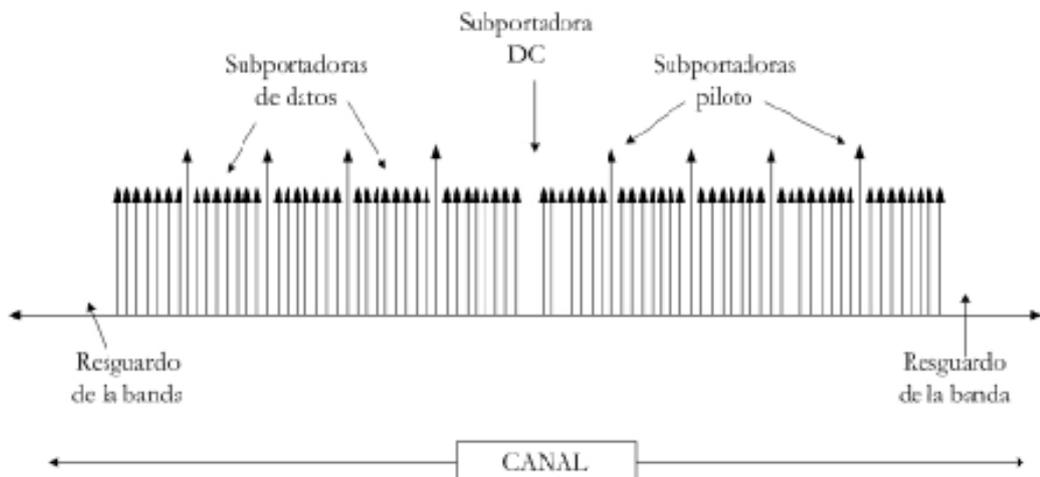
Un sistema OFDM toma un flujo de datos y lo divide en  $N$  flujos paralelos, cada uno a una tasa  $1/N$  de la original. Luego cada flujo es mapeado a una subportadora y combinado usando la transformada rápida inversa de Fourier (IFFT), obteniendo la señal en el dominio del tiempo a transmitir. Por ejemplo, si se utiliza un sistema con 100 subportadoras y se transmite un solo flujo con una tasa de 1 [Mbps], este es convertido en 100 flujos de 10 [Kbps].

Al crear flujos de datos paralelos más lentos, provoca que la duración de cada símbolo de la modulación aumente en un factor de 100. Con una adecuada elección de los parámetros del sistema, como el número de subportadoras y la distancia entre éstas pueden reducir enormemente, o incluso eliminar, la interferencia inter-simbólica (ISI).

### 6.6.2.2. OFDM en WiMAX

Hasta ahora se ha revisado en forma breve y general el concepto de OFDM, en los párrafos siguientes se abordará desde la perspectiva de WiMAX, con los parámetros y valores que especifican los estándares 802.16 de la IEEE.

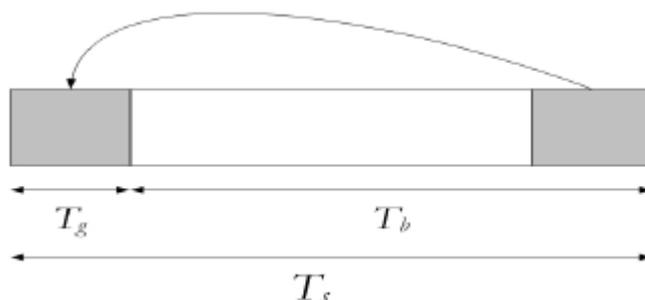
En la capa Física del estándar 802.16-2004 se especifica la interfaz Wireless MAN-OFDM, en la cual se establece que se utilizan 256 subportadoras, de las cuales 192 son utilizadas para datos, 8 son pilotos y 56 son nulas. Las subportadoras pilotos son utilizadas como referencia para minimizar los desplazamientos de frecuencia y fase. Por último las 56 subportadoras nulas son utilizadas para resguardo de la banda y la frecuencia DC, que corresponde a la frecuencia central del canal.



**Figura N.32:** Diagrama con las subportadoras de OFDM

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/e/e5/AnexoFG-Marcomun.pdf>

Lo que se muestra en la Figura N.32 corresponde a OFDM en el dominio de la frecuencia, en el dominio del tiempo se puede establecer el tiempo de duración de un símbolo OFDM, así como el uso de un prefijo cíclico (CP: Cyclic Prefix) que corresponde a la última muestra,  $T_g$ , del periodo útil del símbolo.



**Figura N.33:** Estructura del símbolo OFDM en el dominio del tiempo

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/e/e5/AnexoFG-Marcomun.pdf>

### 6.6.2.2.1. Parámetros del Símbolo OFDM y de la Señal Transmitida

En la Tabla N.26 se presentan los parámetros definidos en el estándar 802.16-2004 de la IEEE para caracterizar los símbolos OFDM.

**Tabla N.26:** Parámetros primarios del símbolo OFDM

Parámetros	Descripción
$BW$	Es el ancho de banda nominal del canal.
$N_{used}$	Número de subportadoras utilizadas.
$n$	Factor de muestreo. Este parámetro, en conjunto con $BW$ y $N_{used}$ determinan la distancia entre subportadoras, y el tiempo útil del símbolo.
$G$	Es la razón entre el tiempo del CP y el tiempo útil del símbolo.

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/e/e5/AnexoFG-Marcomun.pdf>

A partir de los parámetros de la Tabla N.26 se derivan una serie de parámetros que son listados en la Tabla N.27. Entre los parámetros está la frecuencia de muestreo, la cual depende del factor de muestreo y el ancho de banda, en la expresión se utiliza la función floor que entrega como resultado el número entero menor o igual al argumento. Cabe mencionar que se debe utilizar el ancho de banda,  $BW$ , en Hertz.

**Tabla N.27:** Parámetros derivados del símbolo OFDM

Parámetros	Descripción
$N_{FFT}$	Es la potencia de dos más pequeña, pero mayor a $N_{sub}$ .
$F_s$	Frecuencia de muestreo: $F_s = \text{floor}(n \cdot BW/8000) \times 8000$
$\Delta f$	Espacio entre subportadoras: $\Delta f = F_s / N_{FFT}$
$T_b$	Tiempo útil del símbolo: $T_b = 1 / \Delta f$
$T_g$	Tiempo del prefijo cíclico (CP): $T_g = G \cdot T_b$
$T_s$	Tiempo del símbolo OFDM: $T_s = T_b + T_g$
$T_{sampling}$	Tiempo de muestreo: $T_{sampling} = T_b / N_{FFT}$

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/e/e5/AnexoFG-Marcomun.pdf>

En la Tabla N.28 se muestran algunos de los valores especificados para la interfaz Wireless MAN OFDM en la transmisión de la señal OFDM, en el estándar 802.16-2004 de la IEEE.

**Tabla N.28:** Valores para los parámetros de la señal OFDM transmitida

Parámetros	Valor
$N_{FFT}$	256
$N_{sub}$	200
$n$	8/7 para canales con ancho de banda múltiplos de 1.75 MHz. 86/75 para canales con ancho de banda múltiplos de 1.5 MHz. 144/125 para canales con ancho de banda múltiplos de 1.25 MHz. 316/275 para canales con ancho de banda múltiplos de 2.75 MHz. 57/50 para canales con ancho de banda múltiplos de 2.0 MHz. 8/7 para canales con ancho de banda no especificados acá.
$G$	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Nº de subportadoras utilizadas como resguardo en el límite inferior	28
Nº de subportadoras utilizadas como resguardo en el límite superior	27

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/e/e5/AnexoFG-Marcomun.pdf>

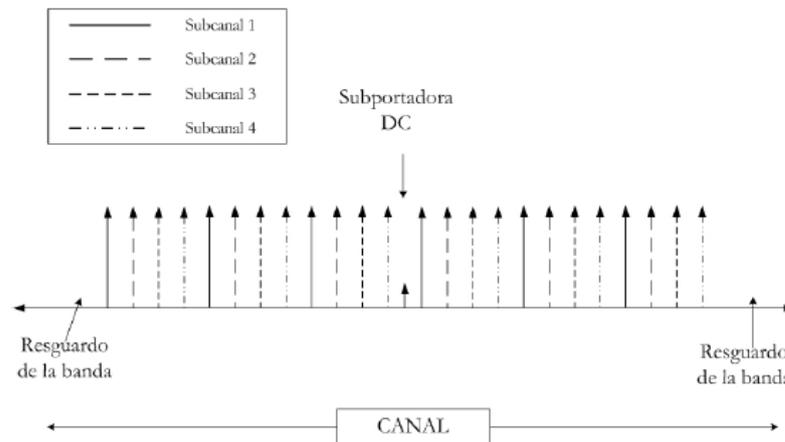
Cabe mencionar que en la enmienda 802.16e, que incorpora la movilidad al estándar 802.16, sólo se hace una modificación a los parámetros de la señal OFDM a transmitir, y este no se muestra en la Tabla N.28. La modificación se realiza a un valor de los índices de las subportadoras, página 320 del estándar 802.16e de la IEEE.

### 6.6.2.2. OFDMA en WiMAX

OFDMA consiste en una técnica de acceso múltiple basado en OFDM, en el cual a cada usuario se le asigna una o más subportadoras, con lo cual los usuarios comparten un determinado ancho de banda. La forma en que las subportadoras son asignadas dependerá de la estrategia de despliegue del operador, ya que tienen directa relación con la calidad de servicio y la tasa de transferencia de éstos.

Para OFDMA se definen los mismos parámetros primarios, Tabla N.27, pero con la diferencia que se especifica los valores a utilizar. Se hace explícito que  $N_{\text{used}}$  incluye la subportadora DC, el factor de muestreo,  $n$ , era fijado en  $8/7$  pero se hace una corrección, exigiendo lo siguiente: para canales con ancho de banda múltiplo de 1.75 [MHz] se utilizará  $n = 8/7$ ; para múltiplos de 1.25, 1.5, 2 o 2.75 [MHz] se utilizará  $n = 28/25$ ; y en el caso que el ancho de banda del canal no sea múltiplo de ninguna de las opciones antes mencionadas se utilizará  $n = 8/7$ .

Finalmente para la razón entre el tiempo del prefijo cíclico y el útil,  $G$ , se deben soportar los siguientes valores:  $1/32$ ,  $1/16$ ,  $1/8$  y  $1/4$ .



**Figura N.34:** Diagrama con la subcanalización utilizada en OFDMA

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/e/e5/AnexoFG-Marcomun.pdf>

En la Figura N.34 se muestra un diagrama donde se ejemplifica cómo se agrupan subportadoras para formar un subcanal, el cual es asignado a un usuario.

Con respecto a los parámetros derivados, se conservan las expresiones especificadas para OFDM en la Tabla N.28, con la excepción que en la enmienda 802.16e se hace explícito que se deben soportar más tamaños de la FFT: 2048, 1024, 512 y 128. Por otro lado se establece que el MS deberá poseer un mecanismo de escaneo y búsqueda de la señal del enlace DL, reconociendo el tamaño de la FFT y el ancho de banda del canal que se está utilizando.

A partir del hecho que el parámetro  $N_{FFT}$  variará, nace la necesidad de utilizar OFDMA pero en forma flexible y así el uso de SOFDMA, el cual permite usar los diferentes tamaños de la FFT dependiendo del ancho de banda del canal.

#### **6.6.2.2.1. SOFDMA**

Es el acrónimo para *Scalable* OFDMA y es el concepto en el cual está basada la enmienda 802.16e de la interfaz *Wireless MAN-OFDMA*. SOFDMA entrega la flexibilidad necesaria para todo tipo de despliegues y servicios, permitiendo a los operadores desplegar redes con capacidades de acuerdo a su plan de negocios. Esto gracias a que el número de subportadoras, tamaño de la FFT, depende del ancho de banda que se utilice, pudiendo así realizar despliegues más eficientes.

En la Tabla N.29 se muestra la relación entre el ancho de banda y el tamaño de la FFT, además de otros parámetros. Debido a que la separación entre subportadoras y el tiempo de duración del símbolo es el mismo, el impacto en las capas superiores cuando se escala el ancho de banda es mínimo.

Intel en una de sus revistas de publicaciones tecnológicas dio a conocer el documento, donde se realizó un estudio más detallado de SOFDMA. Los valores de la Tabla N.34 no coinciden con los publicados en este documento, esto por las

modificaciones que ha tenido en el transcurso el estándar 802.16e, además los valores de la tabla han sido tomados de un documento del *WiMAX Forum*.

**Tabla N.29:** Parámetros y valores que se obtienen utilizando distintos tamaños de la FFT

Parámetros	Valor			
Ancho de Banda del canal en MHz	1.25	5	10	20
Frecuencia de muestreo en MHz	1.4	5.6	11.2	22.4
Tamaño de la FFT	128	512	1024	2048
Número de subcanales	2	8	16	32
Distancia entre subportadoras	10.94 KHz			
Tiempo útil del símbolo	91.4 $\mu$ s			
Tiempo del CP	11.4 $\mu$ s			
Duración del símbolo OFDMA	102.9 $\mu$ s			
Nº de símbolos OFDMA (Cuadro de 5 ms.)	48			

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/e/e5/AnexoFG-Marcomun.pdf>

En la Tabla N.30 se muestra el desglose de las subportadoras para el caso de bandas de 5 y 10 MHz, se cita estos tamaños porque el *WiMAX Forum* está trabajando para la certificación de equipos en estas bandas. El *WiMAX Forum* además está trabajando para el uso de bandas de 7 y 8.75 [MHz], con una FFT de 1024 puntos.

**Tabla N.30:** Desglose de las subportadoras para los casos de 5 y 10 MHz

Parámetros	Valor			
Ancho de Banda del canal en MHz	5		10	
Tamaño de la FFT	512		1024	
Subportadoras Nulas	92	104	184	184
Subportadoras Piloto	60	136	120	280
Subportadoras de Datos	360	272	720	560
Subcanales	15	17	30	35

**Fuente:** <http://toip.uchile.cl/mediawiki/upload/e/e5/AnexoFG-Marcomun.pdf>

## 6.7. Diseño de la red inalámbrica.

### 6.7.1. Ubicación Geográfica de las Instituciones

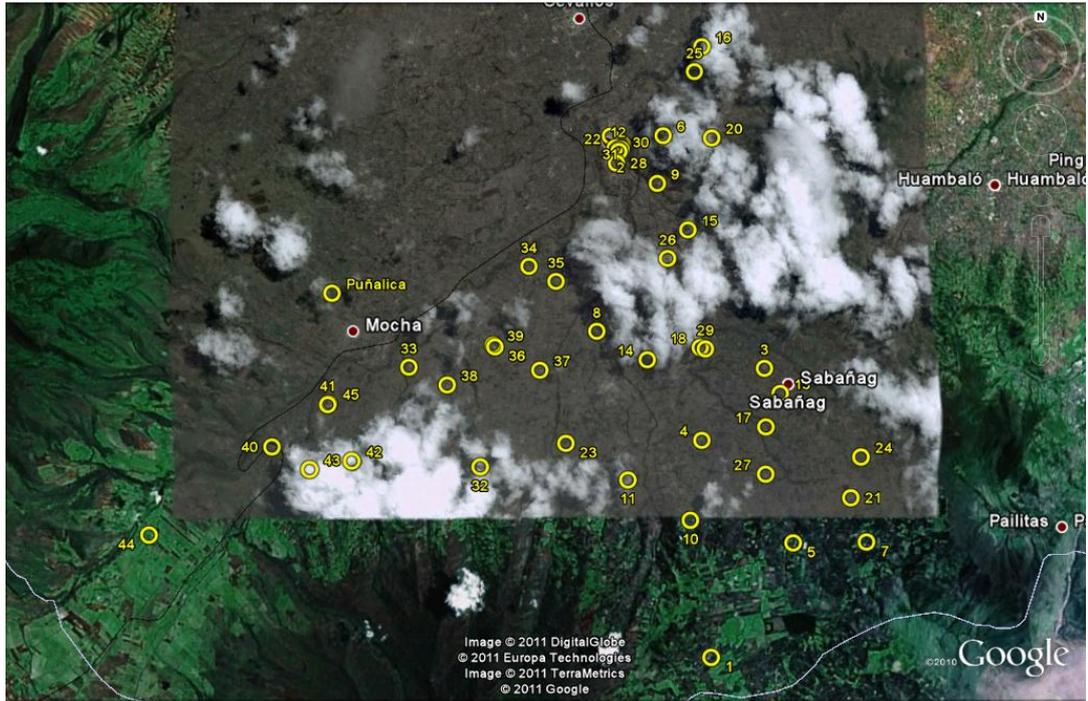
En la Tabla N.31 se detallan las Coordenadas geográficas y alturas de las Instituciones Educativas del cantón Quero aquellas que se obtuvieron con un GPS

**Tabla N.31:** Coordenadas geográficas y alturas de las Instituciones Educativas

	Institución	Latitud	Longitud	Altura
1	13 DE ABRIL	1°29'1.60"S	78°35'21.70"W	3548 msnm
2	17 DE ABRIL	1°22'54.20"S	78°36'24.20"W	2979 msnm
3	17 DE ENERO	1°25'35.10"S	78°34'42.00"W	3326 msnm
4	ALFREDO COLOMA	1°26'27.20"S	78°35'26.90"W	3371 msnm
5	ALFREDO TINAJERO	1°27'40.00"S	78°34'23.20"W	3533 msnm
6	BERNARDO DARQUEA	1°22'44.30"S	78°35'53.50"W	2941 msnm
7	CARLOS DARWIN	1°27'39.30"S	78°33'31.20"W	3551 msnm
8	CARLOS MONTEVERDE	1°25'8.10"S	78°36'42.10"W	3154 msnm
9	CARLOS SEVILLA	1°23'19.70"S	78°35'57.90"W	3007 msnm
10	COTOPAXI	1°27'24.10"S	78°35'36.00"W	3487 msnm
11	CURARAY	1°26'55.60"S	78°36'20.20"W	3371 msnm
12	DOLORES SUCRE	1°22'55.30"S	78°36'26.10"W	2983 msnm
13	ETELVINA HERDOIZA DE GRIJALVA	1°25'53.20"S	78°34'31.20"W	3370 msnm
14	GUSTAVO EGUEZ	1°25'28.90"S	78°36'5.70"W	3221 msnm
15	HEROES DE PAQUISHA	1°23'53.90"S	78°35'35.90"W	3090 msnm
16	JOAQUIN RIERA	1°21'37.20"S	78°35'24.50"W	2883 msnm
17	JOSE HERVAS	1°26'17.30"S	78°34'41.60"W	3327 msnm
18	JULIO C. LARREA	1°25'20.00"S	78°35'27.50"W	3240 msnm
19	JULIO IZQUIERDO	1°22'50.30"S	78°36'23.20"W	2969 msnm
20	LA INDEPENDENCIA	1°22'47.20"S	78°35'18.90"W	3138 msnm
21	MACHINAZA	1°27'7.70"S	78°33'42.20"W	3519 msnm
22	MARIANO CASTILLO	1°22'53.30"S	78°36'28.40"W	2998 msnm
23	PRIMERO DE MAYO	1°26'29.30"S	78°37'4.60"W	3311 msnm
24	QUERO	1°26'38.30"S	78°33'35.80"W	3533 msnm

25	TENA	1°21'56.30"S	78°35'30.20"W	2914 msnm
26	UNIDAD EDUCATIVA ROSA ZARATE	1°24'14.80"S	78°35'50.60"W	3095 msnm
27	VICENTE LEON	1°26'51.30"S	78°34'41.80"W	3392 msnm
28	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSION QUERO	1°23'4.70"S	78°36'27.50"W	2988 msnm
29	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSION EL PLACER	1°25'21.00"S	78°35'23.80"W	3252 msnm
30	BIBLIOTECA MUNICIPAL	1°22'55.90"S	78°36'25.70"W	3373 msnm
31	MUNICIPIO DE QUERO	1°22'44.40"S	78°36'31.90"W	2977 msnm
32	CAMILO PONCE ENRIQUE	1°26'46.00"S	78°38'5.90"W	3401 msnm
33	CARLOS ZAMBRANO	1°25'34.30"S	78°38'57.80"W	3214 msnm
34	COLOMBIA	1°24'20.50"S	78°37'31.30"W	3049 msnm
35	FE Y ALEGRIA	1°24'31.60"S	78°37'11.60"W	3101 msnm
36	JOSEFA CALIXTO	1°25'19.50"S	78°37'55.80"W	3182 msnm
37	MOISES SANCHEZ	1°25'36.50"S	78°37'23.30"W	3238 msnm
38	VICTOR MANUEL PEÑAHERRERA	1°25'47.20"S	78°38'30.10"W	3248 msnm
39	BIBLIOTECA MUNICIPAL	1°25'18.20"S	78°37'57.00"W	3180 msnm
40	DR ALFREDO BAQUERIZO MORENO	1°26'31.70"S	78°40'34.80"W	3398 msnm
41	ECUADOR	1°26'1.40"S	78°39'55.60"W	3320 msnm
42	MERCEDES DE JESUS MOLINA	1°26'41.80"S	78°39'37.60"W	3475 msnm
43	PABLO NERUDA	1°26'47.70"S	78°40'7.40"W	3454 msnm
44	ANGEL SERAFIN PULGA	1°27'34.10"S	78°42'0.40"W	3582 msnm
45	BIBLIOTECA MUNICIPAL	1°26'0.70"S	8°39'55.00"W	3327 msnm

**Fuente:** Investigador



**Figura N.35:** Posición geográfica de las instituciones educativas en el Cantón Quero

**Fuente:** Google Earth

En la Figura N.35 tomada desde GOOGLE EARTH correspondiente al Cantón Quero en donde se colocan los números que se ha designado a las escuelas para una fácil visión acerca del área a cubrirse ya que al colocar los nombres de las escuelas no se denota de una buena manera la posición geográfica de las escuelas.

### 6.7.2 Nodos de repetición.

El principal nodo de comunicación que se va a tener el proyecto propuesto es en el cerro Puñalica, se consideró tal cerro ya que al realizar los radios enlaces el terreno brindó una mayor aceptación.

### ***Cerro Puñalica***

<b><i>Latitud</i></b>	<b><i>Longitud</i></b>	<b><i>Altura[m]</i></b>
<i>1°24'41.02"S</i>	<i>78°39'51.91"W</i>	<i>3438</i>

Con este nodo se cubre la mayoría de las instituciones del proyecto.

Las siguientes instituciones no pudieron ser cubiertas por el cerro Puñalica:

- Moisés Sánchez
- Curaray
- Vicente León
- 13 de Abril
- Alfredo Tinajero

Para poder dar servicio a estas instituciones se consideraron enlaces punto a punto con otras instituciones, siendo los siguientes

#### ***a) Unidad Educativa A Distancia De Tungurahua Extensión El Placer***

<b><i>Latitud</i></b>	<b><i>Longitud</i></b>	<b><i>Altura[m]</i></b>
<i>1°25'21.00"S</i>	<i>78'35'23.80"W</i>	<i>3252</i>

Para dar servicio a las escuelas Moisés Sánchez y Curaray, en las cuales no existe línea de vista para un enlace directo con el cerro Puñalica se consideró un salto extra desde la Unidad Educativa A Distancia De Tungurahua Extensión El Placer que sirve como nodo repetidor intermedio para brindar el servicio a estas instituciones.

**b) Unidad Educativa José Hervas**

<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altura[m]</i>
1°26'17.30"S	78°34'41.60"W	3327

Para dar servicio a la escuela Vicente León que por estar situada geográficamente inaccesible para el enlace directo desde el Cerro Puñalica se consideró un salto extra desde Unidad Educativa José Hervas, y así brindar el servicio que se busca para este fin.

**c) Unidad Educativa Carlos Darwin**

<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altura[m]</i>
1°27'39.30"S	78°33'31.20"W	3551

Para dar servicio a las escuelas 13 de Abril y Alfredo Tinajero que por estar situadas en geográficamente en la parte inferior de dos montañas y que hace imposible que exista un enlace directo con Puñalica se consideró un salto extra desde la Unidad Educativa Unidad Educativa Carlos Darwin, que posee una línea de vista directa a esa institución.

**6.7.3. Cálculo de enlaces de Radio Frecuencia del nodo Principal.**

Para el análisis de la transmisión y para la ubicación de las antenas se va a utilizar el software LINKPlanner que es un distribuido por Motorola, el que nos va a permitir realizar la simulación de los radios enlaces. Los resultados obtenidos se detallan en las siguientes tablas en donde se muestra el Gráfico del perfil topográfico, notas de instalación para el cerro Puñalica, y desempeño del enlace mediante diferentes modulaciones en las que puede trabajar cada radio enlace.

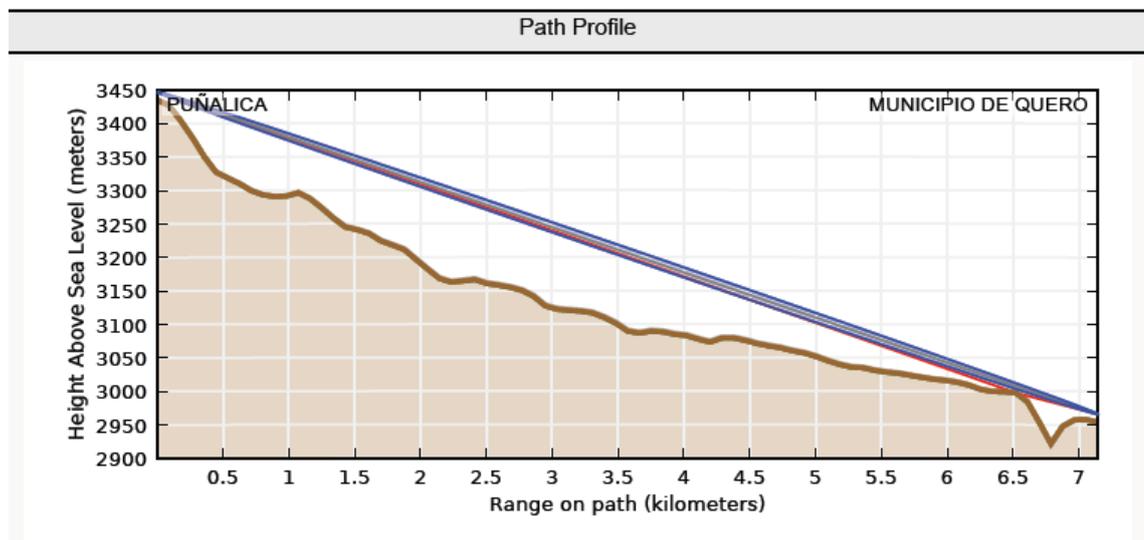
### 6.7.3.1 Enlaces Punto a Punto

Tenemos los siguientes enlaces punto a punto:

- Municipio – Puñalica
- Unidad Educativa A Distancia De Tungurahua Extensión El Placer – Curaray
- Unidad Educativa A Distancia De Tungurahua Extensión El Placer – Moisés Sánchez
- José Hervas– Vicente León
- Carlos Darwin – 13 de Abril
- Carlos Darwin – Alfredo Tinajero

El enlace principal Municipio de Quero - Puñalica es considerado fundamental debido a que este enlace va a tener un ancho de banda elevado.

#### 1. Enlace entre nodo repetidor Cerro Puñalica – Municipio de Quero



**Figura N.36:** Perfil topográfico del enlace Puñalica - Municipio de Quero

**Fuente:** PTP LINKPlanner

En la Figura N.36 presenta si en el perfil topográfico, existe línea de vista directa desde el municipio de Quero hasta el nodo de repetición en el cerro Puñalica, ya que es el principal enlace donde se proveerá el Servicio de Internet que proporciona la CNT E.P

Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	124.81 dB $\pm$ 5.00 dB

**Figura N.37:** Notas de Instalación para Puñalica

**Fuente:** PTP LINKPlanner

En la Figura N.37 presenta los parámetros de instalación como por ejemplo la máxima potencia de transmisión, la predicción de recepción, la predicción de pérdidas del enlace y todas estas vienen representadas en dBm.

Mode	PUÑALICA					MUNICIPIO DE QUERO			
	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)
256QAM 0.81 Dual	295.83	147.91	-6.87	0.0003	0.0003	147.91	-6.87	0.0003	0.0003
64QAM 0.92 Dual	249.24	124.62	-2.29	1.1067	1.1064	124.62	-2.29	1.1067	1.1064
64QAM 0.75 Dual	203.68	101.84	2.18	95.3590	94.2523	101.84	2.18	95.3590	94.2523
16QAM 0.87 Dual	158.45	79.23	5.40	99.9839	4.6249	79.23	5.40	99.9839	4.6249
16QAM 0.63 Dual	113.91	56.95	9.08	99.9993	0.0154	56.95	9.08	99.9993	0.0154
256QAM 0.81 Sngl	147.91	73.96	-2.68	0.0000	0.0000	73.96	-2.68	0.0000	0.0000
64QAM 0.92 Sngl	124.62	62.31	1.17	0.0004	0.0004	62.31	1.17	0.0004	0.0004
64QAM 0.75 Sngl	101.84	50.92	5.35	0.0005	0.0000	50.92	5.35	0.0005	0.0000
16QAM 0.87 Sngl	79.22	39.61	8.49	0.0005	0.0000	39.61	8.49	0.0005	0.0000
16QAM 0.63 Sngl	56.95	28.48	13.05	100.0000	0.0002	28.48	13.05	100.0000	0.0002
QPSK 0.87 Sngl	39.61	19.80	15.38	100.0000	0.0000	19.80	15.38	100.0000	0.0000
QPSK 0.63 Sngl	28.47	14.24	19.41	100.0000	0.0000	14.24	19.41	100.0000	0.0000
BPSK 0.63 Sngl	14.23	7.12	22.52	100.0000	0.0000	7.12	22.52	100.0000	0.0000

**Figura N.38:** Rendimientos de las modulaciones del enlace Puñalica - Municipio de Quero

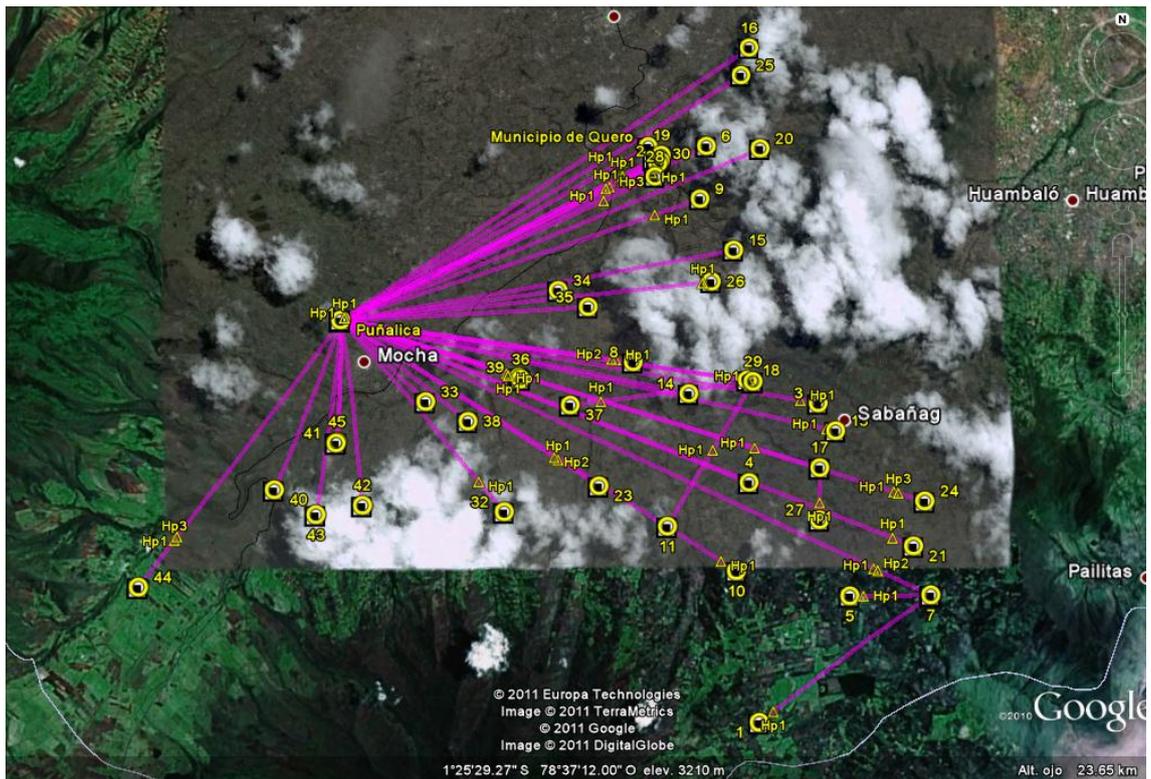
**Fuente:** PTP LINKPlanner

En la Figura N.38 la simulación indica como el sistema actúa con las diferentes modulaciones en las que puede trabajar el principal enlace que llevara toda la cantidad de la información para luego ser distribuida a las demás instituciones educativas.

Para los enlaces desde el cerro Puñalica hacia las demás instituciones se puede encontrar en el ANEXO B

Los enlaces punto a punto entre las instituciones los podemos encontrar en el ANEXO C

### 6.8. Diagrama General De La Red



**Figura N.39:** Diagrama general de la red inalámbrica Wimax

**Fuente:** Google Earth

En la Figura N.39 indica el diagrama general de la red donde se observan los enlaces punto a punto y los enlaces punto – multipunto se le ha colocado con esa denotación ya que los nombres hubieran dificultado la observación, el numero de cada institución con sus respectivos nombres se encuentran en la Tabla N.31

## **6.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

El objeto del presente proyecto es la realización del diseño de una red inalámbrica, que permita la comunicación de datos entre las Instituciones Educativas del Cantón Quero, Provincia del Tungurahua.

**6.9.1. Ubicación de las Instituciones.-** Esta información se encuentra detallada en la **Tabla N.31** donde se aprecia las coordenadas geográficas de las Instituciones Educativas del Cantón Quero, Provincia del Tungurahua.

### **Aspectos Técnicos del diseño**

- Diseño óptimo de la red y ubicación de torres de manera que garanticen conectividad entre las torres y las instituciones.
- Ubicación de torres de acuerdo con las especificaciones técnicas descritas en este documento, así como también un enlace inalámbrico troncal entre todas las torres, repetidoras y nodo de Internet ubicado en el Palacio Municipal de Quero, cumpliendo los requisitos técnicos mínimos aquí descritos.

Para brindar este servicio, deberán utilizarse equipos inalámbricos, que permitan proveer enlaces punto a punto en el enlace troncal y punto-multipunto hacia los establecimientos educativos de manera tal que soporten servicios de acceso a Internet, transferencia de video, voz y datos.

Para la implementación de la red se utilizarán Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en la banda de 5.47Ghz a 5.725Ghz, con el estándar IEEE 802.16d porque los equipos a instalarse están fijos.

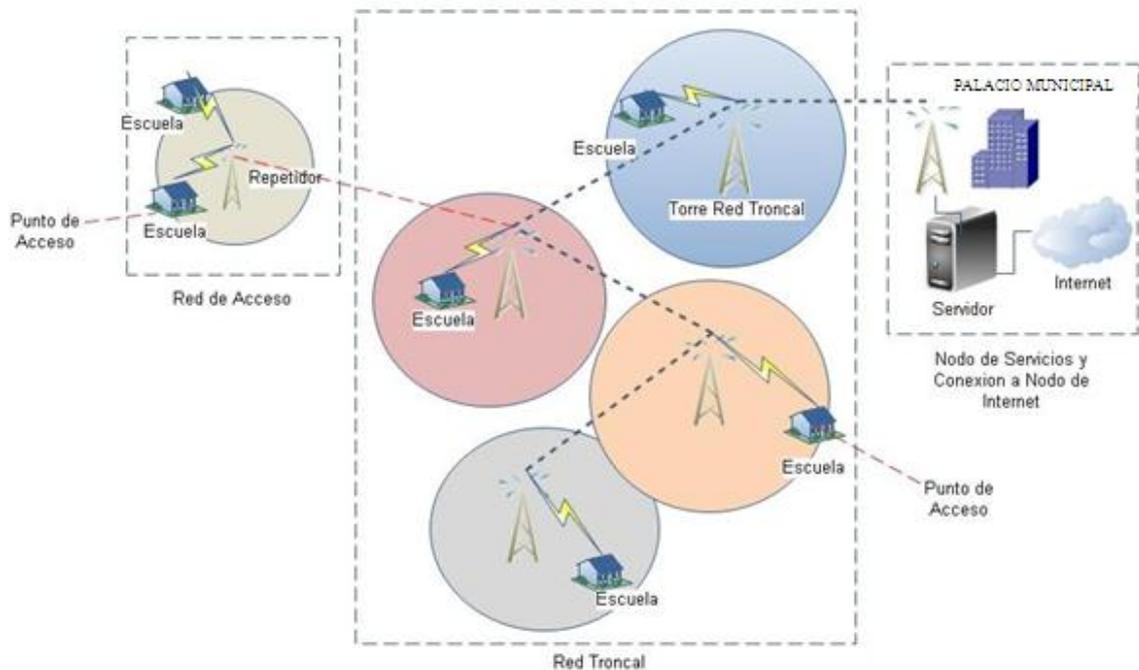
### **6.9.2. Topología de la Red**

Se requiere una solución completa, incluyendo la red de acceso, la red de transporte y todas las actividades conexas, correspondientes a un proyecto de capacitación, incluyendo la formación de personal municipal que se encargará de la operación y mantenimiento de la red a instalar.

El diseño de la red deberá garantizar las siguientes características de operación:

- **Red Troncal.-** Se trata de una red de transporte de alta velocidad y capacidad que une los nodos de transporte de la Red Educativa.
  
- **Redes de Acceso.-** Son redes de media velocidad y capacidad que interconectan a los usuarios con la red troncal y con un centro de servicios. Partiendo de los nodos de la red troncal, extenderán la red inalámbrica hacia los usuarios finales dando cobertura tanto a zonas urbanas como rurales.
  
- **Puntos de Acceso.-** Infraestructura y equipos necesarios para conectar a las unidades educativas a la Red Educativa.
  
- **Nodo de Servicios.-** Es el punto que gestiona los servicios ofrecidos a través de la Red Educativa y se ubica en la Casa Municipal. Se deberá proveer a este centro, de las funcionalidades necesarias para soportar la gestión y distribución de la Red Educativa y de su futura conexión a Internet.

En la Figura N.40 indica el diagrama de resumen y topología de una manera compacta como se repartiría el internet desde el nodo de servicios para la red troncal y de acceso para los enlaces punto-punto



**Figura N.40:** Topología de la red

**Fuente:** Investigador

### 6.9.3. Protección contra rayos, descargas eléctricas y otras

Se deberá realizar la instalación a tierra y de pararrayos para todas las radio bases de la red troncal. En cada escuela se requiere instalación a tierra.

Además en toda la red protección contra sobretensión o caídas de tensión de entrada, protección contra eventuales cortocircuitos.

Todos los equipos a suministrarse deben ser aptos para instalación en exterior.

Los equipos provistos deberán incluir accesorios para instalación y funcionamiento tales como mástiles, polos, antenas, cables y demás materiales necesarios para su completo funcionamiento en el sitio de instalación.

#### **6.9.4. Cableado**

El cableado deberá ser de tipo FTP de categoría 5E como mínimo y los cables deberán ser protegidos por canaletas en la parte interna. Cuando se utilice cable en exteriores deberá ser apropiado para el uso en intemperie. El cableado deberá cumplir con las normas ANSI/EIA/TIA T-568 A o B.

#### **6.9.5. Requerimientos Técnicos**

Los requerimientos técnicos mínimos de los equipos necesarios para la implementación de la red inalámbrica descrita anteriormente junto con el respectivo Sistema de Gestión para la misma, serán los siguientes:

##### **6.9.5.1. Estación Base**

La Estación Base deberá operar bajo el estándar WIMAX IEEE802.16d OFDM 256FFT. No se aceptarán soluciones denominadas pre-WiMAX y soluciones que no cumplan con las exigencias del IEEE802.16d en la capa PHY/MAC. Además no se aceptarán soluciones “single carrier” o una sola portadora en OFDM esto se debe a que Wimax ocupa varias subportadoras.

La Estación Base deberá soportar en su protocolo OFDM 802.16d, las siguientes modulaciones inherentes del estándar IEEE802.16d (modulación/fec) tanto en subida como en bajada: BPSK1/2, QPSK1/2, QPSK3/4, 16QAM1/2, 16QAM3/4, 64QAM2/3, 64QAM3/4.

La Estación Base deberá operar bajo las siguientes topologías de diseño: Punto a Punto y Punto Multi Punto.

La arquitectura de la Estación Base deberá ser del tipo IDU + ODU, y entre IDU y ODU la conexión deberá ser a través de cable UTP CAT 5 mínimo. No se aceptarán arquitecturas que usen cable IF o guías de onda entre IDU y ODU.

La Estación Base deberá trabajar entre los siguientes rangos de frecuencia de operación: 5.47Ghz a 5.725Ghz con duplexación TDD.

La Estación Base deberá manejar los siguientes anchos de banda en MHz: 2.5Mhz y 5Mhz, que serán configurables a través del software de gestión. No se aceptaran anchos de banda mayores a los indicados ya que es importante manejar de manera eficiente el uso del espectro disponible.

La Estación Base deberá soportar como método de acceso únicamente TDMA. No se aceptaran soluciones basadas en CSMA.

La Estación Base deberá contar con mecanismos para la configuración de la distribución de ancho de banda en TDD para la subida (UL) y la bajada (DL) que permitan configurar splits de: 80/20, 60/40, 50/50, 20/80, 70/30, 30/70.

La Estación Base deberá soportar los siguientes niveles de sensibilidad de acuerdo al tamaño de cada portadora (2.5Mhz, 5Mhz) según la tabla 1.

La Estación Base deberá soportar como máximo 250 CPEs. La Estación Base deberá ser capaz de manejar un nivel de eficiencia espectral mayor o igual a 3.0 bits / Hz / seg.

La potencia de transmisión (TX) de la Estación Base deberá ser máximo de: 22dBm. La Estación Base deberá contar disponibilidad de antena interna o integrada o antena externa.

La Estación Base deberá ser capaz de manejar hasta 8 flujos de servicios independientes por CPE. Cada flujo de servicio (basado en el IEEE802.16d) deberá contar con su propia configuración de QoS en capa 2 y capa 3, y su propia configuración de valores de garantía de ancho de banda (CIR) y máximo ancho de banda asignado (MIR).

La Estación Base deberá contar con mecanismos en capa 2 para la limitación del tráfico broadcast en la red de acceso inalámbrica.

La Estación Base deberá contar con una VLAN de Gestión configurable a través de la herramienta de gestión, para así segmentar el tráfico de gestión del tráfico de clientes.

La Estación Base deberá contar con los siguientes mecanismos de programación y asignación de ancho de banda, estipulados bajo el estándar IEEE802.16d: rTP (real Time Polling), nRTP (non-real Time Polling), BE (Best Effort), UGS (Unsolicited Grant Service).

La Estación Base deberá contar con un analizador de espectros integrado y que opere bajo estándares abiertos como Java y HTML.

La Estación Base deberá soportar el estándar de QinQ, tal y como lo estipula el IEEE 802.ad1- 2005, IEEE 802.1Q -2003 (aka QinQ or Stacked VLANs).El comisionamiento de la Estación Base deberá hacerse bajo estándares de HTML, Telnet, HyperTerminal (Interfaz Serial).

La Estación Base deberá soportar un MTU de 1600 bytes. Comprometidos con el ahorro de energía y la protección del medio ambiente, las Estaciones Base deberán consumir como máximo 30 Watts de energía por sector.La Estación Base deberá soportar mecanismos de sincronización del TDD a través de GPS.

La Estación base deberá soportar dos tipos de tramas estándares del IEEE802.16-2004: Tramas de 10ms (frame size de 10ms) y Tramas de 4ms (frame size de 4ms) El ChipSet de la Estación Base deberá estar basado en IEEE802.16-2004 y certificado por el WiMAX Forum Organization.

#### **6.9.5.2. Terminales**

Cada Terminal Suscriptor deberá operar bajo el estándar WIMAX IEEE802.16d OFDM 256FFT. No se aceptarán soluciones denominadas pre-WiMAX y soluciones que no cumplan con las exigencias del IEEE802.16d en la capa PHY/MAC. Además no se aceptarán soluciones “single carrier” o una sola portadora en OFDM.

Cada Terminal Suscriptor deberá soportar en su protocolo OFDM 802.16d, las siguientes modulaciones inherentes del estándar IEEE802.16d (modulación/fec) tanto en subida como en bajada: BPSK1/2, QPSK1/2, QPSK3/4, 16QAM1/2, 16QAM3/4, 64QAM2/3, 64QAM3/4.

Cada Terminal Suscriptor deberá operar bajo el estándar WIMAX IEEE802.16d OFDM 256FFT. No se aceptarán soluciones denominadas pre-WiMAX y soluciones que no cumplan con las exigencias del IEEE802.16d en la capa PHY/MAC. Además no se aceptarán soluciones “single carrier” o una sola portadora en OFDM.

Cada Terminal Suscriptor deberá de operar bajo las siguientes topologías de diseño: Punto a Punto y Punto Multi Punto.

La arquitectura de cada Terminal Suscriptor deberá ser del tipo IDU + ODU, y entre IDU y ODU la conexión deberá ser a través de cable UTP CAT 5. No se aceptarán arquitecturas que usen cable IF o guías de onda entre IDU y ODU.

Cada Terminal Suscriptor deberá de trabajar entre los siguientes rangos de frecuencia de operación: 5.47Ghz a 5.725Ghz con duplexación TDD.

Cada Terminal Suscriptor deberá manejar los siguientes anchos de banda en MHz: 2.5Mhz, 5Mhz, que serán configurables a través del software de gestión. No se aceptarán anchos de banda mayores a los indicados ya que se necesita manejar de manera eficiente el uso del espectro disponible.

Cada Terminal Suscriptor deberá soportar como método de acceso únicamente TDMA. No se aceptaran soluciones basadas en CSMA.

Cada Terminal Suscriptor deberá tener una potencia de transmisión (TX) máxima de: 24dBm, contando con una antena interna de 17dBi o con un conector N para antena externa.

Cada Terminal Suscriptor deberá tener los siguientes niveles de sensibilidad en base al ancho del canal que esté operando. **Ver tabla 33**

Cada Terminal Suscriptor deberá ser capaz de manejar hasta 8 flujos de servicios independientes. Cada flujo de servicio (basado en el IEEE802.16d) deberá contar con su propia configuración de QoS en capa 2 y capa 3, y su propia configuración de valores de garantía de ancho de banda (CIR) y máximo ancho de banda asignado (MIR).

Cada Terminal Suscriptor deberá ser capaz de transmitir “tráfico únicamente Ethernet (sin protocolo de aire)” hasta 14Mbps efectivos con solamente 5Mhz de canal en la modulación de 64QAM3/4. Dicho requerimiento se validará en laboratorio haciendo uso de herramientas generadoras de tráfico en UDP y TCP/IP.

Cada Terminal Suscriptor deberá actuar como un switch en CAPA 2 que maneje en el mismo terminal el tagging (asignación de etiquetas) y destagging (retiro de etiquetas) de VLANs en base al estándar IEEE802.1Q.

Cada Terminal Suscriptor deberá ser capaz de descartar tráfico no deseado proveniente del cliente a través de sus reglas de clasificación de paquetes (en base al estándar IEEE802.16d).

Cada Terminal Suscriptor deberá contar con los siguientes mecanismos de programación y asignación de ancho de banda, estipulados bajo el estándar IEEE802.16d: rTP (real Time Polling), nRTP (non-real Time Polling), BE (Best Effort), UGS (Unsolicited Grant Service).

Cada Terminal Suscriptor deberá soportar el estándar de QinQ tal y como lo estipula el IEEE 802.ad1- 2005, IEEE 802.1Q -2003 (aka QinQ or Stacked VLANs) El comisionamiento de cada terminal suscriptor deberá hacerse bajo estándares de HTML, Telnet, HyperTerminal (Interfaz Serial).

El Chipset del terminal suscriptor deberá estar basado en IEEE802.16-2004 y certificado por el WiMAX Forum Organization

Comprometidos con el ahorro de energía y la protección del medio ambiente, cada Terminal Suscriptor deberá consumir como máximo 15 Watts de energía.

Cada terminal suscriptor deberá ser gestionable localmente y remotamente a través de Http, Telnet y SNMP.

**Tabla N.32:** Típicos niveles para BER para frecuencias 2.5MHz y 5MHz

Modulación	FEC	Typical levels for BER <math>1 \times 10^{-6}</math>	
		Rx Sensitivity 2.5MHz (dBm)	Rx Sensitivity 5MHz (dBm)
64QAM	3 / 4	-80	-78
64QAM	2 / 3	-82	-81
16QAM	3 / 4	-90	-86
16QAM	1 / 2	-91	-89
QPSK	3 / 4	-96	-92
QPSK	1 / 2	-97	-94
BPSK	1 / 2	-101	-98

**Fuente:** Investigador

En la Tabla N.32 se detalla los niveles típicos de recepción y sensibilidad para BER en 2.5MHz y 5MHz

**Tabla N.33:** Típicos niveles para BER para frecuencias  $\leq$  1.75MHz, 2.75MHz, 3.5MHz, 5MHz, 7MHz, 10MHz.

Modulation	FEC	Typical levels for BER <math>1 \times 10^{-6}</math>					
		Rx Sensitivity (dBm) 1.75MHz	Rx Sensitivity (dBm) 2.75MHz	Rx Sensitivity (dBm) 3.5MHz	Rx Sensitivity (dBm) 5MHz	Rx Sensitivity (dBm) 7MHz	Rx Sensitivity (dBm) 10MHz
		$\leq$	$\leq$	$\leq$	$\leq$	$\leq$	$\leq$
64QAM	3 / 4	-85	-85	-81	-80	-78	-76
64QAM	2 / 3	-85	-87	-83	-82	-80	-77
16QAM	3 / 4	-90	-91	-87	-86	-84	-81
16QAM	1 / 2	-94	-93	-90	-89	-87	-85
QPSK	3 / 4	-97	-96	-93	-92	-90	-88
QPSK	1 / 2	-99	-99	-95	-94	-92	-90
BPSK	1 / 2	-102	-101	-99	-98	-96	-94

**Fuente:** Investigador

En la Tabla N.33 se detalla los niveles típicos de recepción para BER para frecuencias  $\leq$  a 1.75MHz, 2.75MHz, 3.5MHz, 5MHz, 7MHz, 10MHz.

### 6.9.5.3. Software de Gestión

El Software de Gestión deberá tener una arquitectura cliente/servidor.

El Software de Gestión deberá trabajar bajo una base de datos con estructura cliente/ servidor.

**El Software de Gestión deberá contar con mecanismos de configuración para los siguientes parámetros:**

- Configurar y Administrar Radio Bases y Terminales Suscriptores a través del protocolo SNMP.
- Configurar perfiles de OFDM, IEEE802.16d, anchos de banda, VLANs, QinQ por sector.
- Configurar Flujos de Servicio por Terminal Suscriptor y planes de banda ancha por Terminal Suscriptor.
- Aprovisionamiento de clientes.
- Desactivación/Activación de Servicios por Terminal Suscriptor.
- El Software de Gestión deberá contar con herramientas para la administración de alarmas y de monitoreo de desempeño bajo protocolo SNMP: Traps.
- El Software de Gestión deberá ser accesado por cada operador a través de interfaz Internet Explorer ver. 6.0 o mayor o Mozilla Firefox.
- El Software de Gestión deberá ser capaz de crear perfiles de usuarios y administrar accesos para configuración de equipos.
- El Software de Gestión deberá ser 100% compatible con los elementos que conforman la red WiMAX: Estación Base y Terminales Suscriptores

- La oferta debe incluir el servidor requerido para instalar este software y dejarlo operativo en conjunto con la red ofertada.

#### **6.9.5.4. Consideraciones Técnicas Adicionales**

Es importante considerar que cada uno de los oferentes deberá entregar el diseño de red como parte de la oferta avalado y firmado por un Ingeniero en Telecomunicaciones. Deberá adjuntar la información sobre la eficiencia espectral por modulación junto con gráficas bidimensionales de distancias vs. esquemas de modulación, a fin de que, el Municipio de Quero tenga una idea clara de la solución y pueda evaluar la factibilidad de cada diseño.

Adicional se debe entregar el certificado ISO 9001:2000 del fabricante de los equipos Wimax a ofertarse.

Los equipos ofertados deberán ofrecer seguridad de la red inalámbrica a través certificados X.509 en base a claves privadas/públicas incrustadas en cada Terminal Suscriptor.

El retardo máximo entre cualquier par de nodos de la red a instalar no debe exceder de 60ms. Se deberá incluir respaldos eléctricos de al menos 4 horas para los equipos ubicados por cada torre, con la posibilidad de adicionar a futuro bancos de baterías para aumentar la capacidad de los mismos, y en cada escuela sistemas de respaldo de energía eléctrica de al menos 60 minutos.

#### **6.10. Diseño Lógico de la Red WiMAX**

El diseño lógico consiste en establecer el rango de IPs para cada equipo activo, establecer VLAN y configuraciones lógicas de la red.

### 6.10.1. Diseño de VLAN

Primeramente se debe diseñar las Vlans para cada Municipio, según los servicios que puede utilizar.

- ✓ Una Vlan para la gestión de la Red, utilizado para monitorear cada uno de los equipos de la red, con ayuda del servidor de Gestión.

**Tabla N.34:** Tabla de identificación de Vlans

Diseño de Vlans			
ID-Vlan	Vlan	Ubicación	Descripción
100	Vlan Internet	Municipio de Quero	Vlan para Servicio de Internet
101	Vlan Gestión	Municipio de Quero	Vlan para gestión y configuración de equipos

**Fuente:** Investigador

En la Tabla N.34 se crea una Vlan necesaria para el Servicio de Internet de igual manera para gestión y configuración de equipos

Para el Municipio de Quero estas Vlans se configuran el switch del mismo con el ID 10.x y para Tisaleo en el switch del mismo con el ID 20.x. En la radio Base la configuración de Vlans esta con los dos ID.

### 6.10.2. Direccionamiento IP

En la Tabla N.35 muestra las direcciones IP's estáticas para un mejor control de cada Institución, para cada Vlan y Municipios, se ocupa la red

192.168.100.0 ya que es de clase C además de ser privada abarca la cantidad de host que se necesita.

**Tabla N.35:** Direccionamiento IP para Quero

<b>DIRECCIONAMIENTO IP PARA LAS INSTITUCIONES DE QUERO</b>			
<b>Institución</b>		<b>IP GESTION</b>	<b>IP INTERNET</b>
1	13 DE ABRIL	192.168.100.1	192.168.101.1
2	17 DE ABRIL	192.168.100.2	192.168.101.2
3	17 DE ENERO	192.168.100.3	192.168.101.3
4	ALFREDO COLOMA	192.168.100.4	192.168.101.4
5	ALFREDO TINAJERO	192.168.100.5	192.168.101.5
6	BERNARDO DARQUEA	192.168.100.6	192.168.101.6
7	CARLOS DARWIN	192.168.100.7	192.168.101.7
8	CARLOS MONTEVERDE	192.168.100.8	192.168.101.8
9	CARLOS SEVILLA	192.168.100.9	192.168.101.9
10	COTOPAXI	192.168.100.10	192.168.101.10
11	CURARAY	192.168.100.11	192.168.101.11
12	DOLORES SUCRE	192.168.100.12	192.168.101.12
13	EVELVINA HERDOIZA DE GRIJALVA	192.168.100.13	192.168.101.13
14	GUSTAVO EGUEZ	192.168.100.14	192.168.101.14
15	HEROES DE PAQUISHA	192.168.100.15	192.168.101.15
16	JOAQUIN RIERA	192.168.100.16	192.168.101.16
17	JOSE HERVAS	192.168.100.17	192.168.101.17
18	JULIO C. LARREA	192.168.100.18	192.168.101.18
19	JULIO IZQUIERDO	192.168.100.19	192.168.101.19
20	LA INDEPENDENCIA	192.168.100.20	192.168.101.20
21	MACHINAZA	192.168.100.21	192.168.101.21
		192.168.100.22	192.168.101.22

22	MARIANO CASTILLO		
23	PRIMERO DE MAYO	192.168.100.23	192.168.101.23
24	QUERO	192.168.100.24	192.168.101.24
25	TENA	192.168.100.25	192.168.101.25
26	UNIDAD EDUCATIVA ROSA ZARATE	192.168.100.26	192.168.101.26
27	VICENTE LEON	192.168.100.27	192.168.101.27
28	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSION QUERO	192.168.100.28	192.168.101.28
29	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSION EL PLACER	192.168.100.29	192.168.101.29
30	BIBLIOTECA MUNICIPAL	192.168.100.30	192.168.101.30
31	MUNICIPIO DE QUERO	192.168.100.31	192.168.101.31
32	CAMILO PONCE ENRIQUE	192.168.100.32	192.168.101.32
33	CARLOS ZAMBRANO	192.168.100.33	192.168.101.33
34	COLOMBIA	192.168.100.34	192.168.101.34
35	FE Y ALEGRIA	192.168.100.35	192.168.101.35
36	JOSEFA CALIXTO	192.168.100.36	192.168.101.36
37	MOISES SANCHEZ	192.168.100.37	192.168.101.37
38	VICTOR MANUEL PEÑAHERRERA	192.168.100.38	192.168.101.38
39	BIBLIOTECA MUNICIPAL	192.168.100.39	192.168.101.39
40	DR ALFREDO BAQUERIZO MORENO	192.168.100.40	192.168.101.40
41	ECUADOR	192.168.100.41	192.168.101.41
42	MERCEDES DE JESUS MOLINA	192.168.100.42	192.168.101.42
43	PABLO NERUDA	192.168.100.43	192.168.101.43
44	ANGEL SERAFIN PULGA	192.168.100.44	192.168.101.44
45	BIBLIOTECA MUNICIPAL	192.168.100.45	192.168.101.45

**Fuente:** Investigador

La red de gestión es 192.168.100.0/24 La red Internet es 192.168.101.0/24.

En la Tabla N.36 se especifica las ip's privadas para los enlaces principales se a escogido la red 10.10.10.0.

**Tabla N.36:** Direccionamiento Back-Bone

Equipos Principales	
Enlace Municipio Quero – Puñalica	10.10.10.1
Enlace Puñalica – Municipio Quero	10.10.10.2
Enlace entre Nodo repetidor Unidad Educativa A Distancia De Tungurahua Extensión El Placer –Curaray	10.10.10.3
Enlace entre Curaray - nodo repetidor Unidad Educativa A Distancia De Tungurahua Extensión El Placer	10.10.10.4
Enlace entre Moisés Sánchez - Nodo repetidor Unidad Educativa A Distancia De Tungurahua Extensión El Placer	10.10.10.5
Enlace entre nodo repetidor José Hervas – Vicente León	10.10.10.6
Enlace entre Vicente León – nodo repetidor José Hervas	10.10.10.7
Enlace entre nodo repetidor Carlos Darwin – 13 de Abril	10.10.10.8
Enlace entre 13 de Abril - nodo repetidor Carlos Darwin	10.10.10.9
Enlace entre Alfredo Tinajero – nodo repetidor Carlos Darwin	10.10.10.10
Switch Administrable	10.10.10.11
Radio Base WiMAX	10.10.10.12

**Fuente:** Investigador

## 6.11. Listado de equipos a utilizar

### 6.11.1. Descripción de las cantidades de equipos general

**Tabla N.37:** Listados de equipos

6	Enlaces Punto a Punto
2	Estaciones base
2	Antenas sectoriales de 90 grados
1	Switch de administración
40	Equipo suscriptores
45	Switch de 16 puertos
45	UPS de respaldo de energía de 500VA
2	UPS Respaldo de energía de 1500VA con Baterías externas

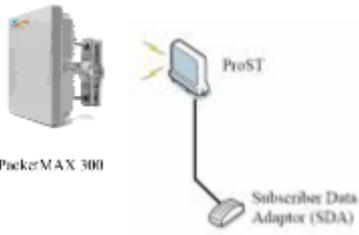
**Fuente:** Investigador

En la Tabla N.37 indica el listado de equipos a utilizarse en el diseño y así un estimado total referente a los equipos, existe 40 equipos suscriptores los cuales se pueden enlazar al nodo principal de Cerro Llimpe, pero existen 5 instituciones que al no poder enlazarse por línea de vista directa a este nodo se enlazan por enlaces punto a punto.

## 6.12. SELECCIÓN DE EQUIPOS

En el mercado ecuatoriano se tienen las siguientes marcas de equipos WiMAX, ofertadas siendo:

**Tabla N.38:** Comparación de equipos estación base y unidad de suscriptor.

CARACTERÍSTICA	AXXCELERA	APERTO	AIRSPAN
Estación Base		 PacketMAX 3000	
Unidad de Suscriptor		 PacketMAX 300	
Solución	AB-MAX	PacketMAX	AS.MAX
Estándar 802.16-2004 con interfaz aire OFDM 256 FFT.	Si	Si	Si
Modulación adaptiva BPSK, QPSK, 16 QAM y 64 QAM	Si	Si	Si
Banda de frecuencia entre 5.725 – 5.850 GHz	Si	Si	Si
Troughput mayor a 30 Mbps.	No	No	Si
Potencia de Tx mayor a 20 dBm.	Si	Si	Si
Sensibilidad de recepción menor a - 90 dB.	Si	Si	Si
FDD/TDD	Si	Si	Si
DHCP	Si	Si	Si
IEEE 802.3	Si	Si	Si
Puenteo Ethernet	Si	Si	
IEEE 802.1D	Si	Si	Si
VLAN para IEEE 802.1Q	Si	Si	Si
FEC, ARQ	Si	No	Si
6 Sectores de RF	Si	Si	Si

Ancho de canal de 10 MHz	Si	Si	Si
Software de administración	No	Si	Si
Telnet, SNMP	Si	Si	Si
Ganancia de antena de 17dBi	Si	Si	Si
Soporte IPv6	No	No	Si
Actualización de Software	No	Si	Si
Opción WiFi	No	Si	Si
AES /DES/3DES	No	No	Si
Interfaces Ethernet 100baseTX	Si	Si	Si
DiffServ	Si	No	Si
MIR/CIR	No	Si	Si
Calidad de Servicio WiMAX :UGS, rtPS, nrtPS, BE	No	No	Si

**Fuente:** Investigador

Comparando características técnicas en la Tabla N.38, indica que la marca Airspan cumple con todos los ítems de comparación, para el diseño propuesto.

## 6.12. LISTADO DE EQUIPOS PRESUPUESTO DE LA RED WiMAX

El presupuesto de la red es el siguiente:

**Tabla N.39:** Presupuesto de la Red WiMAX

Presupuesto de la Red WiMAX				
Ítem	Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio Total
1	1	Airspan Flexnet AS-700 Enlace Punto a Punto backbone principal (Municipio-Puñalica) Incluye Fuente y Protección de Transcientes	2200	2200
2	2	Airspan MicroMax Radio Base WiMAX Incluye SDA-4 y Protección de Transcientes	9500	19000

3	2	Antenas sectoriales de 90 grados	368,75	737,50
4	1	Cisco 2960 Switch de administración de Vlans	2500	2500
5	40	Airspan ProST Equipo cliente de WiMAX Incluye Inyector	750	30000
6	45	Switch Dlink de 16 puertos para las Instituciones	40.20	1809
7	45	APC 500VA UPS de respaldo de energía	80	3600
8	2	APC 1500VA + Baterías externas UPS Respaldo de energía	500	1000
9	1	Torre armada para nodo de servicios (24 m)	3200	3200
10	45	Mástil o Brazo	30	1350
11	45	Pozos de tierra para aterrización de equipos CPE	120	5400
12	45	Instalación y configuración de Clientes	75	3375
13	2	Instalación de Radio Base	200	400
14	1	Instalación de Switch y Configuración de Vlan	600	600
15	2	Instalación de Pararrayos y Aterrización de Torre	450	900
16	10	5 pares NanoStation M5 para Enlaces Punto a Punto	259.10	2591
		Imprevistos Materiales y varios	3933,125	3933,125
			Subtotal	\$ 73.746,09
			IVA 12%	\$ 8.849,53
			Total	\$ 82.595,63

**Fuente:** Investigador

En la Tabla N.39 presenta el presupuesto para la red Wimax del diseño realizado en el proyecto.

El presente proyecto es de Inclusión Social esta contemplado en el Plan Nacional de Conectividad (PNC) aprobado por el Presidente Rafael Correa en agosto de 2008, y esta, bajo responsabilidad del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, MINTEL, y será ejecutado por el operador estatal, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

El Gobierno Nacional establece políticas públicas para garantizar a todos los ecuatorianos el acceso igualitario a los servicios que tienen que ver con el sector de telecomunicaciones.

La ejecución y concreción del PNC, permitirá asegurar el avance hacia la Sociedad de la Información y hacia el buen vivir de la población ecuatoriana.

El PNC fue creado para mejorar los indicadores de cuatro servicios: telefonía fija, Internet banda ancha, inclusión social y atención al ciudadano.

## **6.13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.13.1. CONCLUSIONES**

- En el presente proyecto se realizó el diseño de una red Inalámbrica para las instituciones educativas del Cantón Quero con tecnología WiMAX en la estación base, punto de acceso, así como también en los terminales, para permitir que los estudiantes, profesores y personal administrativo que se encuentran en el sector del colegio, laboratorios, bibliotecas que puedan acceder a diferentes servicios que proporciona la conectividad inalámbrica como Internet de banda ancha, acceso a intranet privada, videoconferencia y el servicio de voz.
- La tecnología WiMAX presenta facilidad de conexión a través de estación base y estaciones de usuarios, esta tecnología presenta un diseño muy elaborado pues trata de eliminar colisiones en transmisión, definen un paquete de datos.
- Un radio WiMAX tiene la capacidad de entregar varios canales de servicio desde la misma conexión física, esto permite que múltiples suscriptores estén conectados al mismo radio (CPE); cada uno con una conexión privada con el protocolo y nivel de servicio que éste requiera, esta solución garantiza tener múltiples suscriptores que se encuentran en un mismo edificio.
- La implementación de una red inalámbrica con tecnología WiMAX económicamente es mas rentable y barata que una solución similar basada en los estándares IEEE802.11 o Wi-Fi, pues para una misma área de cobertura con Wi-Fi, se necesitaría un número bastante alto de puntos de acceso, la implementación de cableado estructurado para cada punto de acceso y un tiempo considerable para la ejecución total del proyecto, factores que con WiMAX son mínimos.

- Para la implementación de la red inalámbrica se requiere de la aprobación de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) ya que se debe cumplir con todos los requisitos y normas para la concesión de frecuencias debido a que los equipos seleccionados en el diseño trabajan en la banda de 3.5 GHz.

### **6.13.2. RECOMENDACIONES**

- Para la administración de la red se deberá considerar aspectos como el monitoreo, atención a fallas, configuración de tarjetas PCMCIA y seguridad por lo que se deberá contar con los servicios de profesionales capacitados para el soporte de usuarios y la administración de la red inalámbrica.
- Dado el potencial de la tecnología WiMAX, para la conectividad de nuevas edificaciones a futuro, se podría utilizar la red inalámbrica como alternativa principal pues únicamente sería necesario la compra de un radio o CPE.
- Para la selección de equipos en la implementación de una red WiMAX, se debe considerar como aspecto básico, que el fabricante sea miembro del WiMAX Forum y que el producto sea certificado por dicha entidad para garantizar una interoperabilidad total de equipos con otros fabricantes.
- Luego de realizar el análisis técnico y de costos del proyecto, se puede recomendar la implementación de la red inalámbrica utilizando tecnología WiMAX en las instituciones educativas ya que este proyecto es técnico y económicamente viable.
- En el caso de proceder a futuro con la implementación de la red inalámbrica es recomendable conocer los procedimientos y requerimientos legales necesarios para ser tramitados con los organismos estatales que

rigen las telecomunicaciones en el Ecuador (CONATEL, SENATEL, SUPTEL, MINTEL) ya que en función de estos se podrá definir que requisitos deberá cumplir la red inalámbrica para que pueda entrar en operación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros y Artículos**

- GÓMEZ LÓPEZ Julio, (2008). Guía de Campo Wi-Fi. Primera Edición: Alfaomega Grupo Editor, México.
- REID Neil y SEIDE Ron, (2003). Manual de Redes Inalámbricas. Edición Primera, México.
- Regis J (Bud) BATES Jr., (2003). Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha. Edición Primera, España.
- ROLDAN David (2005). Comunicaciones Inalámbricas, Primera Edición Alfaomega Grupo Editor, México.
- MULLER Nathan J. (2002). Tecnología Bluetooth. Primera Edición, España
- HUIDOBRO MOYA José Manuel, David Roldán Martínez (2006). Tecnología VoIP y Telefónica IP. Primera Edición, México.
- BATES Regis, Jr., Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha McGraw Hill, España, 2003
- Redes y Servicios de banda ancha, Tecnologías y aplicaciones” de McGraw Hill, España, 2004
- COUCH H. León W., Sistemas de comunicación digitales y analógicos, Prentice Hall, México, 1998

## Páginas de Internet

- <http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX>
- [http://es.wikitel.info/wiki/Sistemas\\_4G](http://es.wikitel.info/wiki/Sistemas_4G)
- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/214/2/Capitulo%201.pdf>
- [http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/5201/1/dgonzalezb\\_memoria.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/5201/1/dgonzalezb_memoria.pdf)
- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/214/4/Capitulo%203.pdf>
- <http://www.solred.com.ar/lu6etj/tecnicos/fmeprop/fmeprop.htm>
- [http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=105:plan-nacional-de-conectividad&catid=40:plan-nacional-de-conectividad&Itemid=48](http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=105:plan-nacional-de-conectividad&catid=40:plan-nacional-de-conectividad&Itemid=48)
- [http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=106:incremento-de-telefonía-fija&catid=40:plan-nacional-de-conectividad](http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=106:incremento-de-telefonía-fija&catid=40:plan-nacional-de-conectividad)
- [http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=107:incremento-de-internet-banda-ancha&catid=40:plan-nacional-de-conectividad](http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=107:incremento-de-internet-banda-ancha&catid=40:plan-nacional-de-conectividad)
- [http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108:inclusion-social-telecomunicaciones-para-todos&catid=40:plan-nacional-de-conectividad](http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=108:inclusion-social-telecomunicaciones-para-todos&catid=40:plan-nacional-de-conectividad)
- [http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=109:mejoras-en-la-atencion-al-ciudadano&catid=40:plan-nacional-de-conectividad](http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=109:mejoras-en-la-atencion-al-ciudadano&catid=40:plan-nacional-de-conectividad)
- [http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=110:grandes-proyectos-bases-que-hacen-posible-el-pnc&catid=40:plan-nacional-de-conectividad](http://www.mintel.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=110:grandes-proyectos-bases-que-hacen-posible-el-pnc&catid=40:plan-nacional-de-conectividad)
- <http://www.quero.gov.ec/>
- <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8679/8/T10506CAP2.pdf>
- <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8534/2/T10693CAP4.pdf>
- <http://www.urbe.edu/publicaciones/telematica/indice/pdf-vol6-1/pon2-analisis-del-algoritmo-de-seguridad-en-redes-wimax.pdf>

# **ANEXOS**

# **ANEXO A**

# **LA ENCUESTA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**INGENIERÍA EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES**

**ENCUESTA**

La presente encuesta está dirigida a miembros de la institución educativa, solicitamos comedidamente se sirva contestar con la verdad las siguientes preguntas. La información es confidencial y anónima.

Responda correctamente las siguientes preguntas, cualquier inquietud diríjase al encuestador. Gracias

Fecha: .....

1) ¿Conoce Ud. qué tipo de velocidad ocupa el internet de banda ancha?

128 kbps	<input type="checkbox"/>
256 kbps	<input type="checkbox"/>
512 kbps	<input type="checkbox"/>
1 Mbps	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

Si marco otro tipo de velocidad

Especifique cual.....

2) ¿Ud. tiene conocimiento porqué tipos de medio se puede proveer el servicio de internet?

Cable de cobre	<input type="checkbox"/>
Fibra Óptica	<input type="checkbox"/>
Vía inalámbrica	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

Si respondió otro,

Especifique:.....

3) ¿El internet que Ud. ha ocupado le brinda una buena calidad de servicio?

Si  No

4) ¿Con que frecuencia Ud. ocupa algún correo electrónico?

Poca	<input type="checkbox"/>
Medianamente	<input type="checkbox"/>
Siempre	<input type="checkbox"/>

Especifique que correo electrónico ocupa:.....

.....

5) ¿Qué páginas Web constantemente ocupa?

\_\_\_\_\_

6) ¿Ha ocupado alguna vez protocolos?

FTP	<input type="checkbox"/>
TELNET	<input type="checkbox"/>
SMTP	<input type="checkbox"/>
HTTP	<input type="checkbox"/>
HTTPS	<input type="checkbox"/>

OTRO...

Si respondió otro, sírvase a contestar que tipo de protocolos ocupa:

-----

7) ¿Conoce el funcionamiento de una video conferencia y sus aplicaciones?

Si  No

Si respondió si, especifique de todas estas aplicaciones a continuación para que ha ocupado:

Educación a distancia	<input type="checkbox"/>
Investigación y vinculación	<input type="checkbox"/>
Reuniones de academia	<input type="checkbox"/>
Formación continua	<input type="checkbox"/>
Reunión ejecutiva	<input type="checkbox"/>
Simposium	<input type="checkbox"/>
Congresos	<input type="checkbox"/>
Conferencias	<input type="checkbox"/>
Cursos	<input type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>

8) ¿De todos los beneficios de la telefonía IP cual cree q sea la mejor?

-Ahorro de inmediato en el costo de sus llamadas de larga distancia.

-Acceso a llamadas nacionales e Internacionales

a Precios muy bajos.

-Unificación de sus sucursales o filiales a costo CERO!

-Usted no ocupa sus líneas telefónicas, quedan libres.

-Usted le da un valor añadido a su Internet.

-Usted puede marcar a cualquier teléfono tanto de red fija como celular.

-Puede recibir llamadas de otros teléfonos tanto de red fija como celular.

-Los equipos trabajan con cualquier conexión de internet, si usted cuenta con dial-up podrá ocuparlo, y si tiene una banda ancha mucho mejor


9) ¿Dispone su institución de equipos de computación y cuantas son?

Si  No

Si respondió si, especifique cuantos equipos de computación tiene:

---

10) ¿Dispone de su institución del servicio de internet?

Si  No

Si respondió si, seleccione:

Adsl	<input type="checkbox"/>
Wifi	<input type="checkbox"/>
Wimax	<input type="checkbox"/>
Dial-Up	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

11) ¿Cuántas horas ocupa el servicio de internet por día?

Una hora	<input type="checkbox"/>	Cuantas:.....
Dos horas	<input type="checkbox"/>	
Tres horas	<input type="checkbox"/>	
Más horas	<input type="checkbox"/>	

12) ¿Piensa Ud. Que al utilizar la tecnología de Wimax afectara la salud de las personas al ocupar ondas electromagnéticas?

Nulo	<input type="checkbox"/>
Poco	<input type="checkbox"/>
Medianamente	<input type="checkbox"/>

13) ¿Al utilizar frecuencias altas cree Ud. Qué sufra interferencia en la señal trasmitida conociendo que se puede tener perdidas por vegetación, clima etc.?

Si  No

Si respondió si, seleccione que tipo de pérdida puede existir en el cantón:

Vegetación	<input type="checkbox"/>
Clima	<input type="checkbox"/>
Por propagación	<input type="checkbox"/>
Por espacio libre	<input type="checkbox"/>

14) Al poder configurarse los anchos de banda cree Ud. Que a todas las instituciones educativas tiene que darse el mismo ancho de banda?

Si  No

Si respondió no, seleccione:

Dependiendo del número de estudiantes

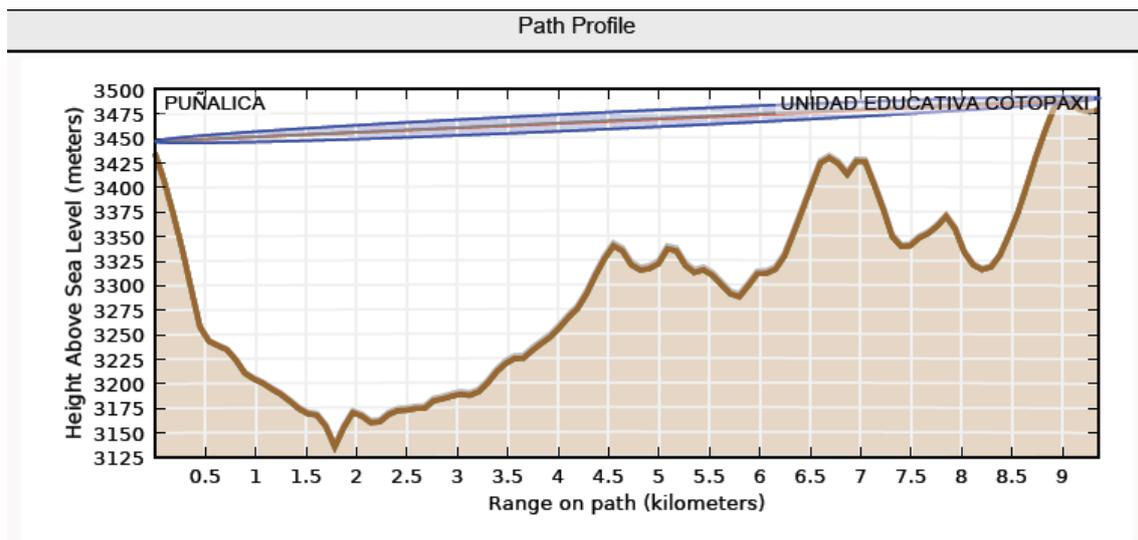
Dependiendo de donde se encuentre la institución

Dependiendo de los números de equipos de computación


# **ANEXO B**

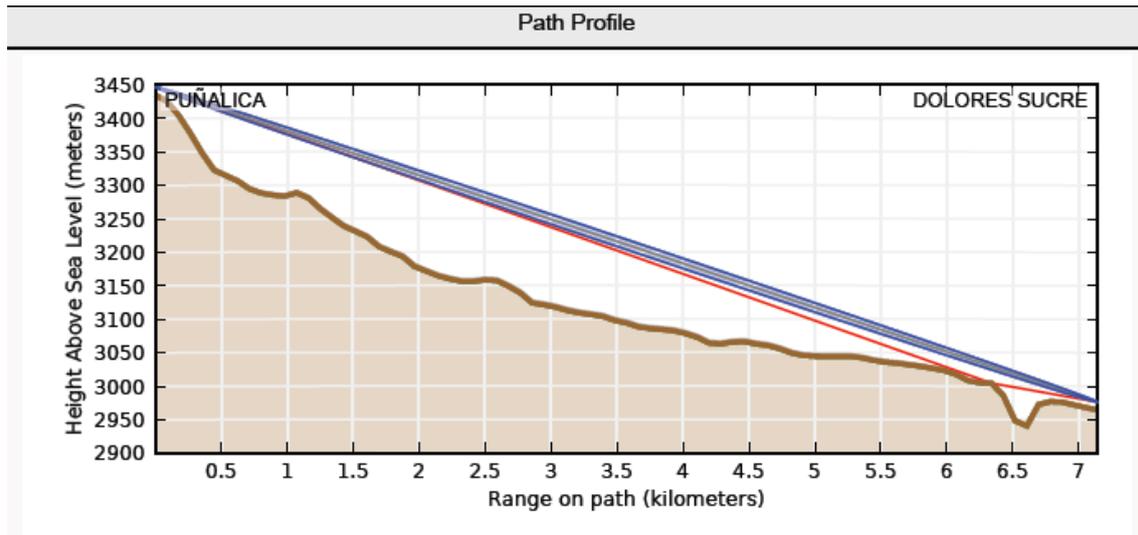
Enlaces desde el  
cerro Puñalica hacia  
las demás  
instituciones  
educativas.

## 1. Enlace entre nodo repetidor Cerro Puñalica – Unidad Educativa Cotopaxi



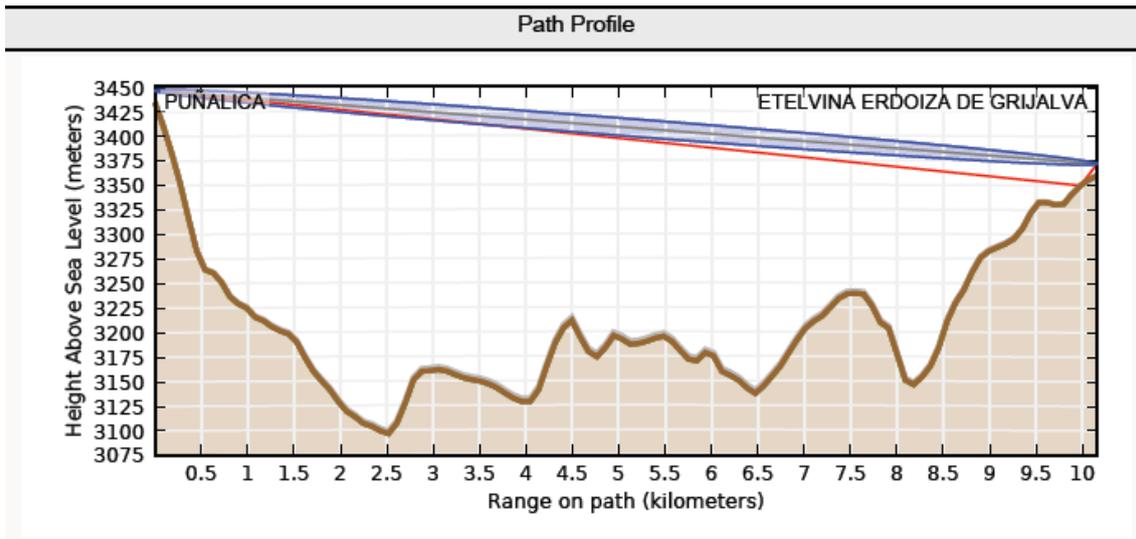
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-76 dBm $\pm$ 7 dB while aligning
Predicted Link Loss	134.65 dB $\pm$ 7.24 dB

## 2. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Dolores Sucre



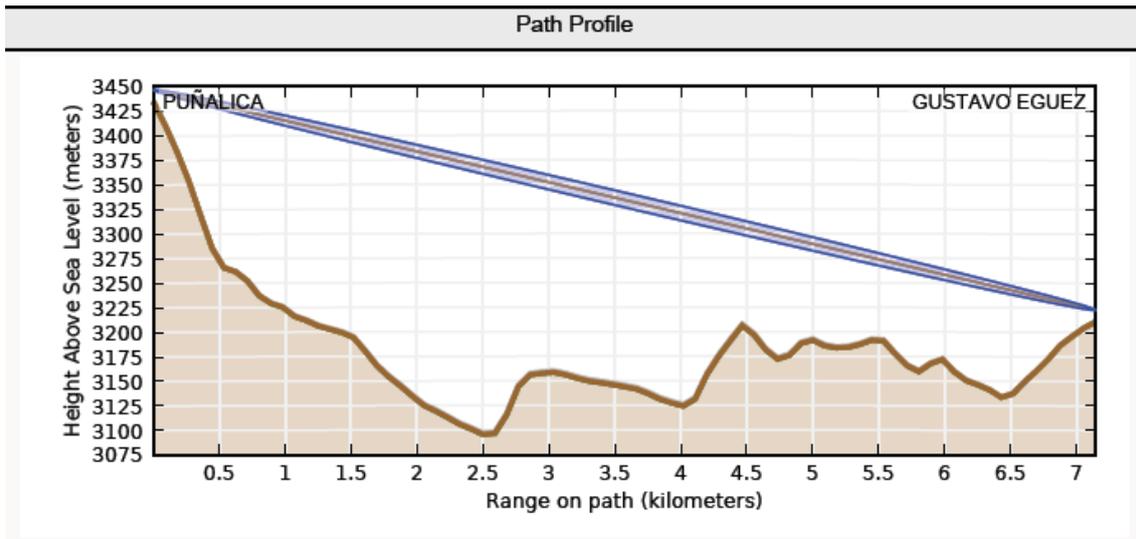
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	124.81 dB $\pm$ 5.00 dB

### 3. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Etelvina Erdoiza de Grijalva



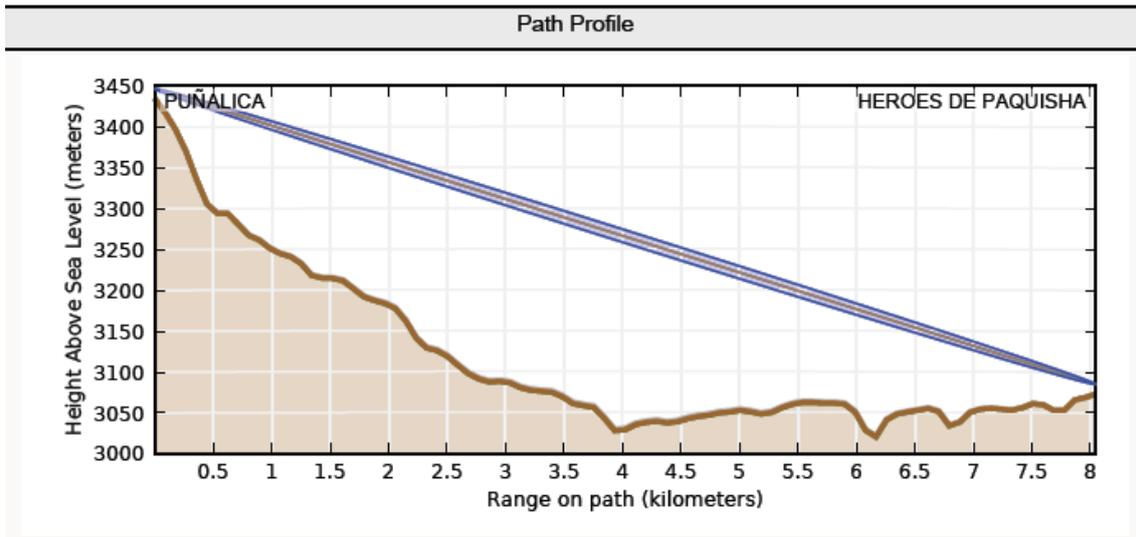
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-69 dBm ± 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	127.88 dB ± 5.00 dB

#### 4. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Gustavo Eguez



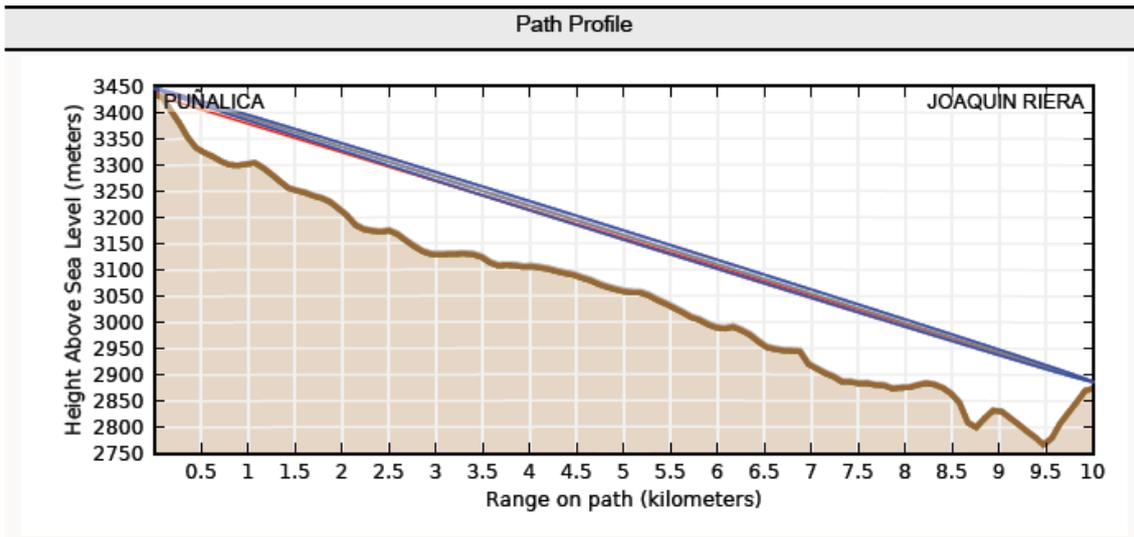
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm ± 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	124.81 dB ± 5.00 dB

## 5. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Héroes de Paquisha



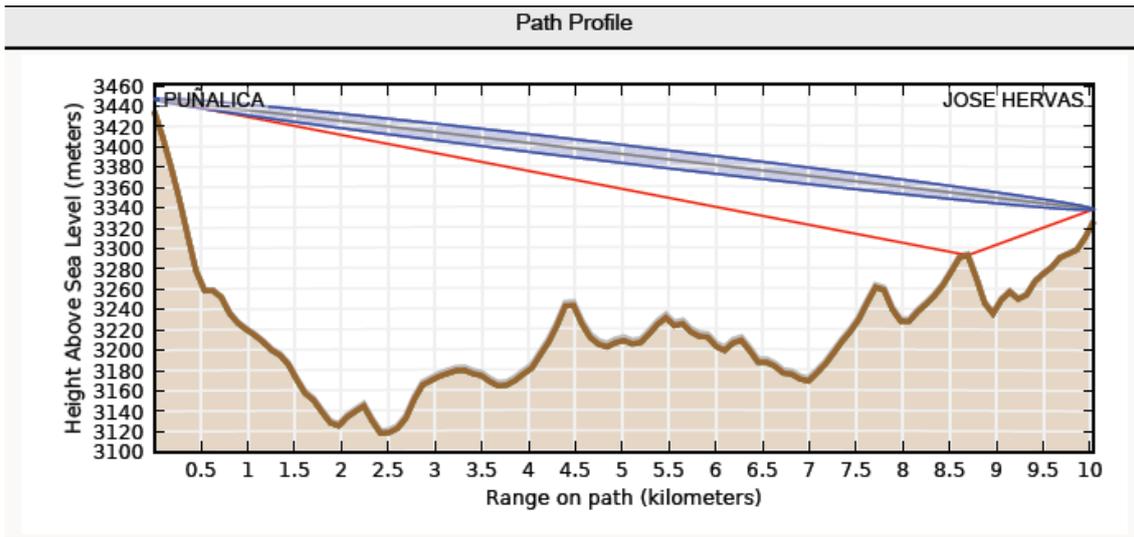
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-67 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	125.85 dB $\pm$ 5.00 dB

## 6. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Joaquín Riera



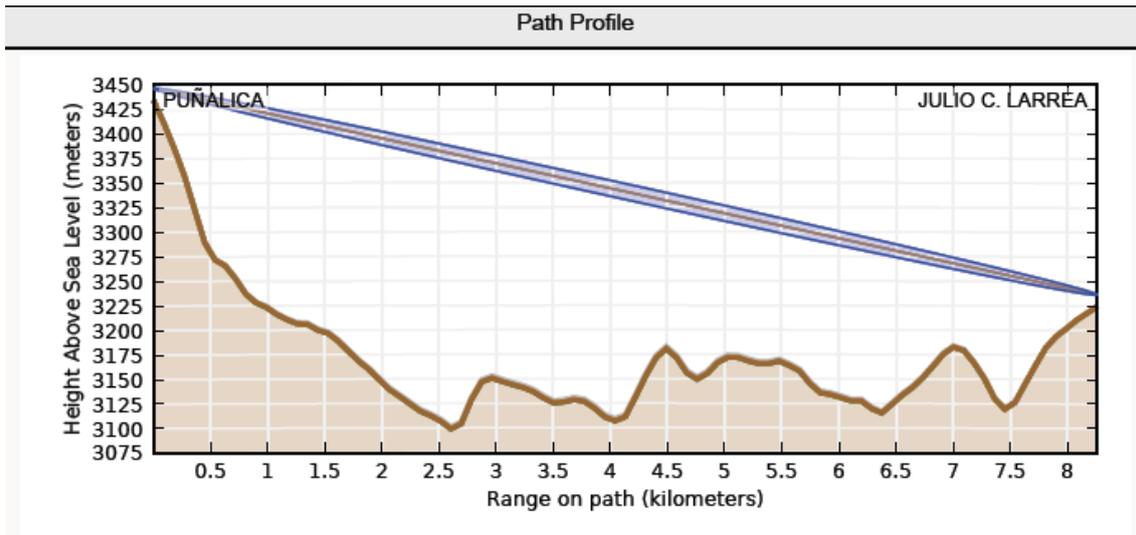
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-69 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	127.75 dB $\pm$ 5.00 dB

## 7. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – José Hervas



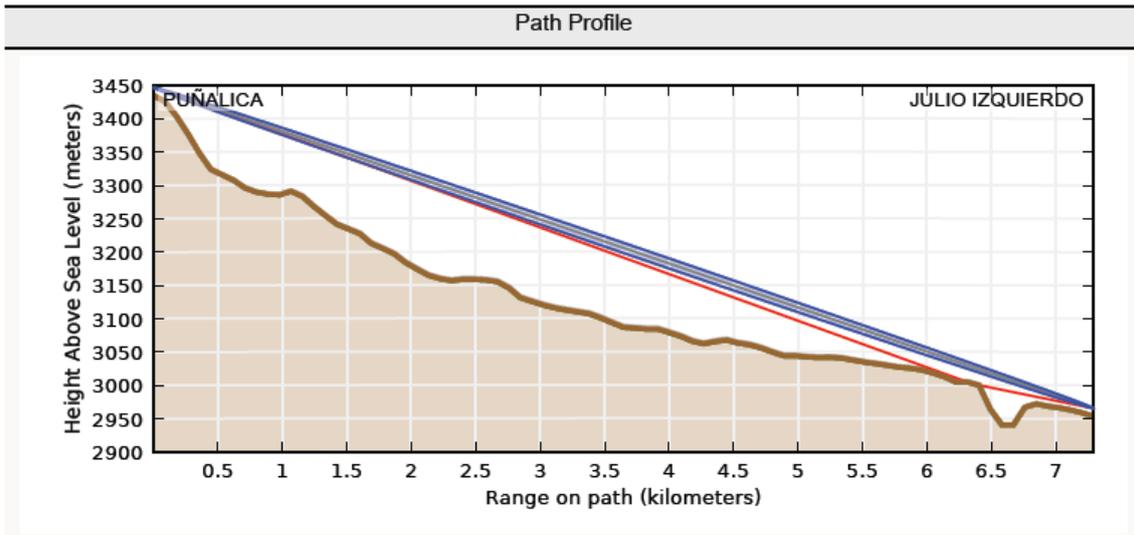
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-69 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	127.77 dB $\pm$ 5.00 dB

## 8. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Julio C Larrea



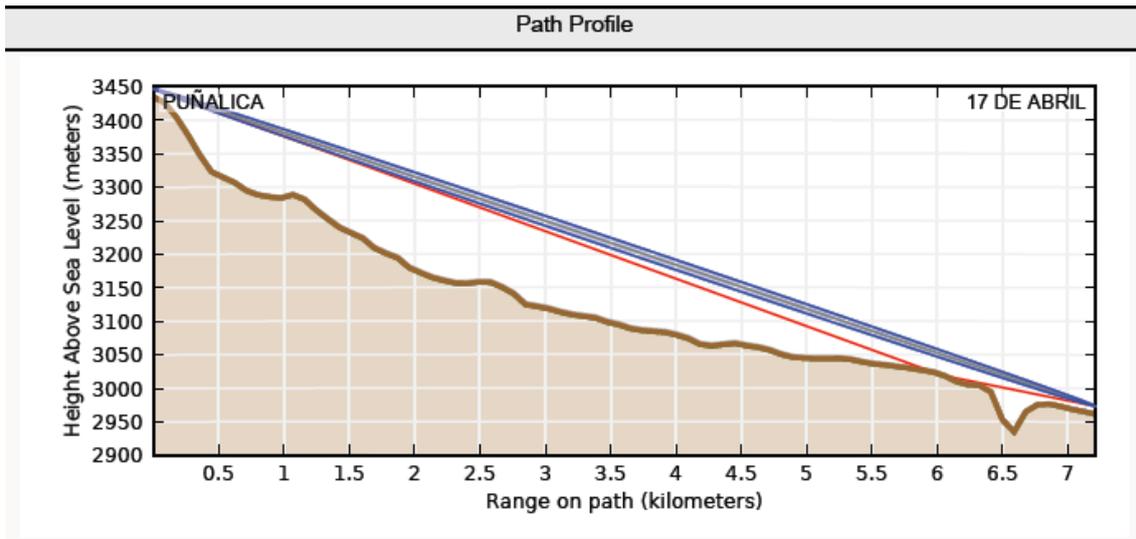
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-67 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	126.07 dB $\pm$ 5.00 dB

## 9. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Julio Izquierdo



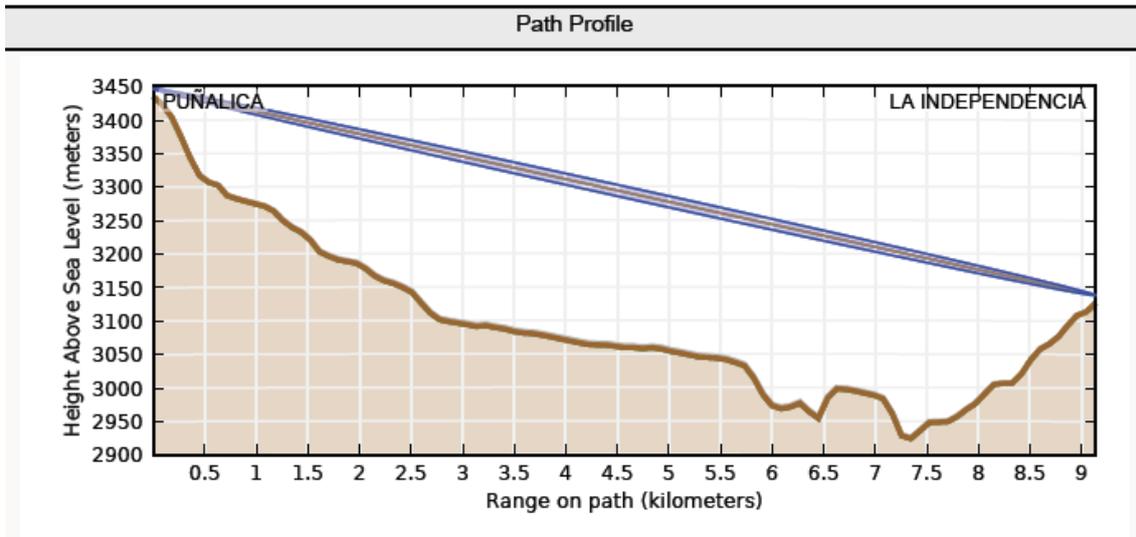
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	124.99 dB $\pm$ 5.00 dB

## 10. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – 17 de Abril



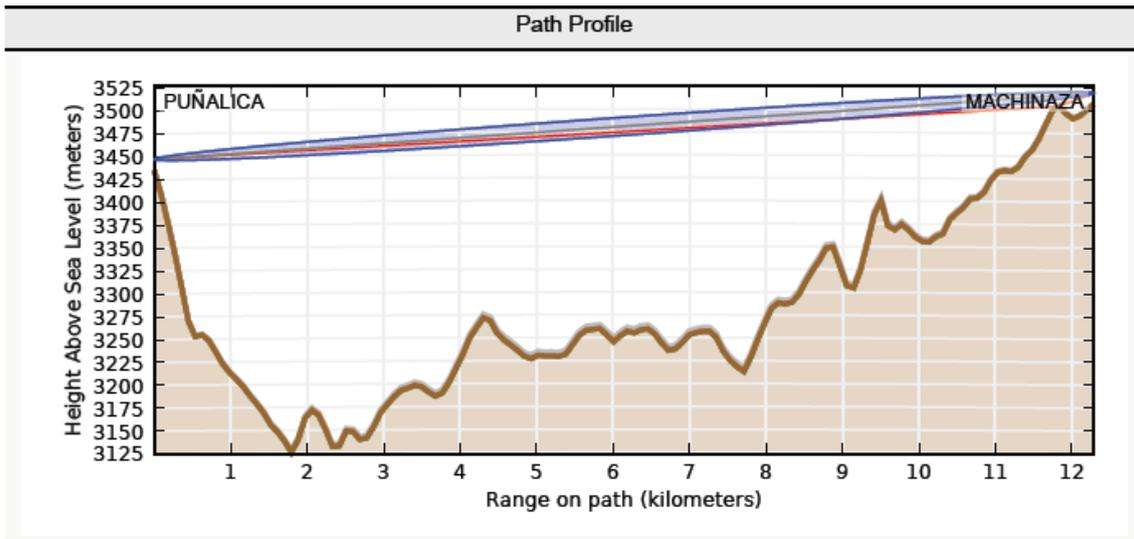
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	124.89 dB $\pm$ 5.00 dB

## 11. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – La Independencia



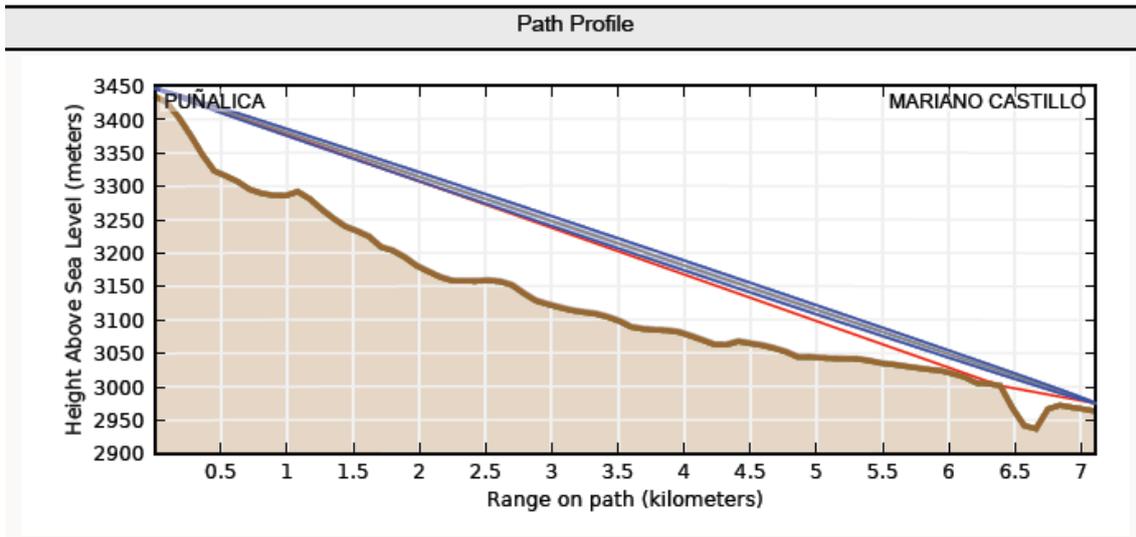
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-68 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	126.95 dB $\pm$ 5.00 dB

## 12. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Machinaza



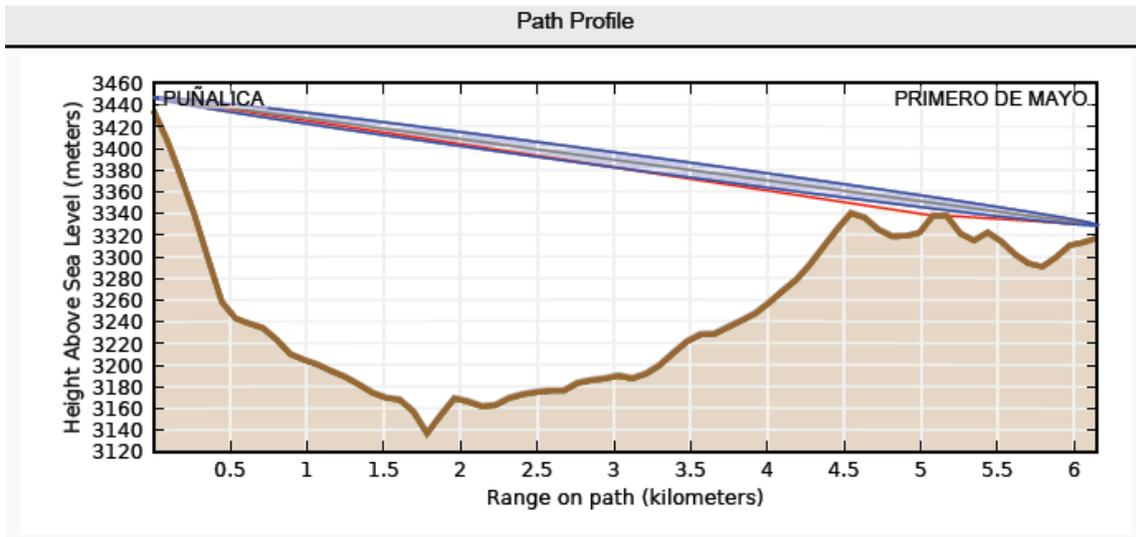
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-71 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	129.54 dB $\pm$ 5.00 dB

### 13. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Mariano Castillo



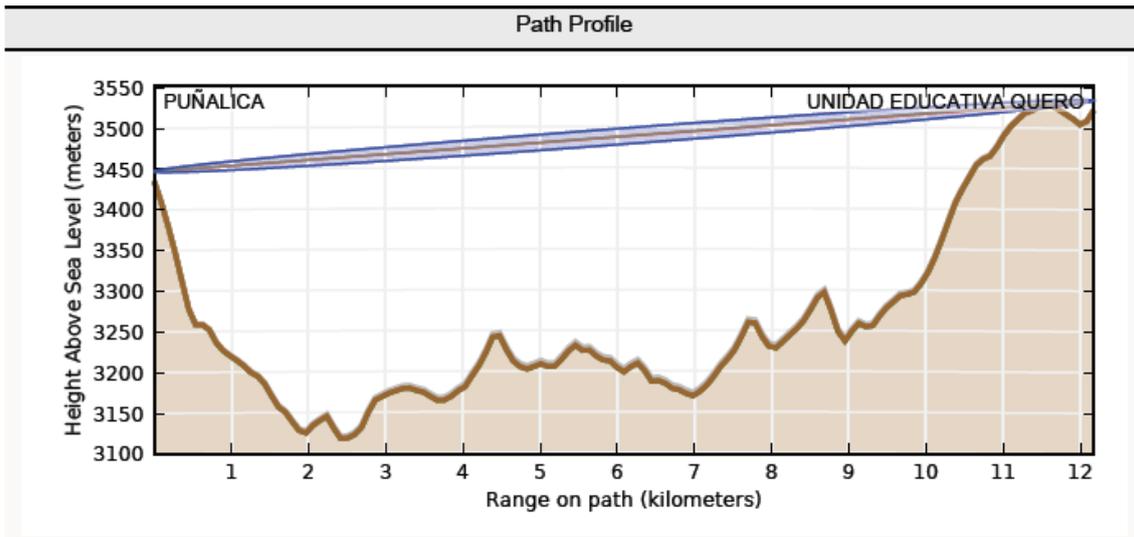
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	124.77 dB $\pm$ 5.00 dB

#### 14. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Primero de Mayo



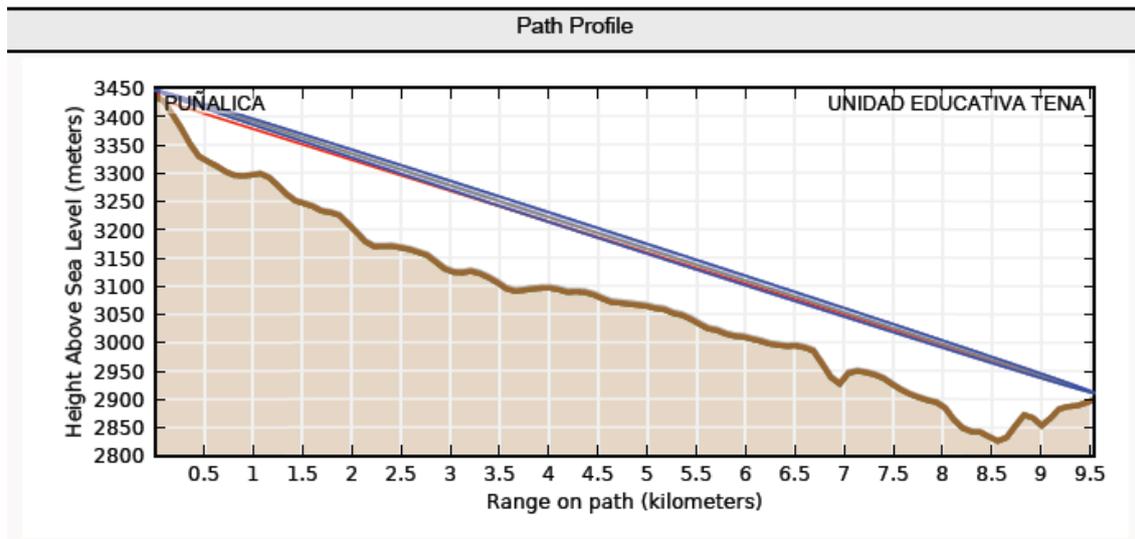
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-65 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	123.50 dB $\pm$ 5.00 dB

## 15. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Unidad Educativa Quero



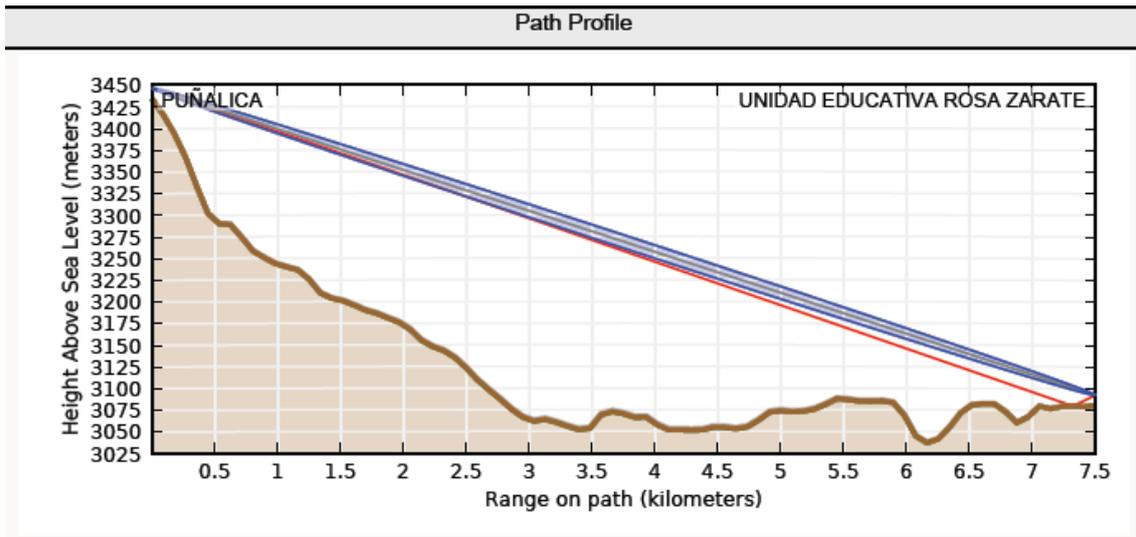
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-81 dBm $\pm$ 8 dB while aligning
Predicted Link Loss	140.33 dB $\pm$ 8.26 dB

## 16. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Unidad Educativa Tena



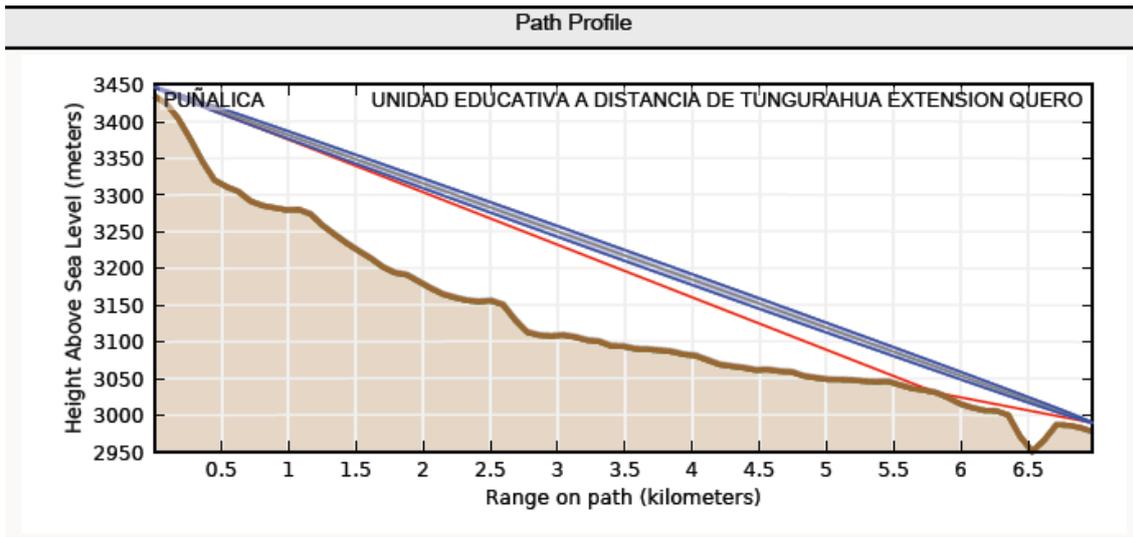
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-68 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	127.33 dB $\pm$ 5.00 dB

## 17. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Unidad Educativa Rosa Zarate



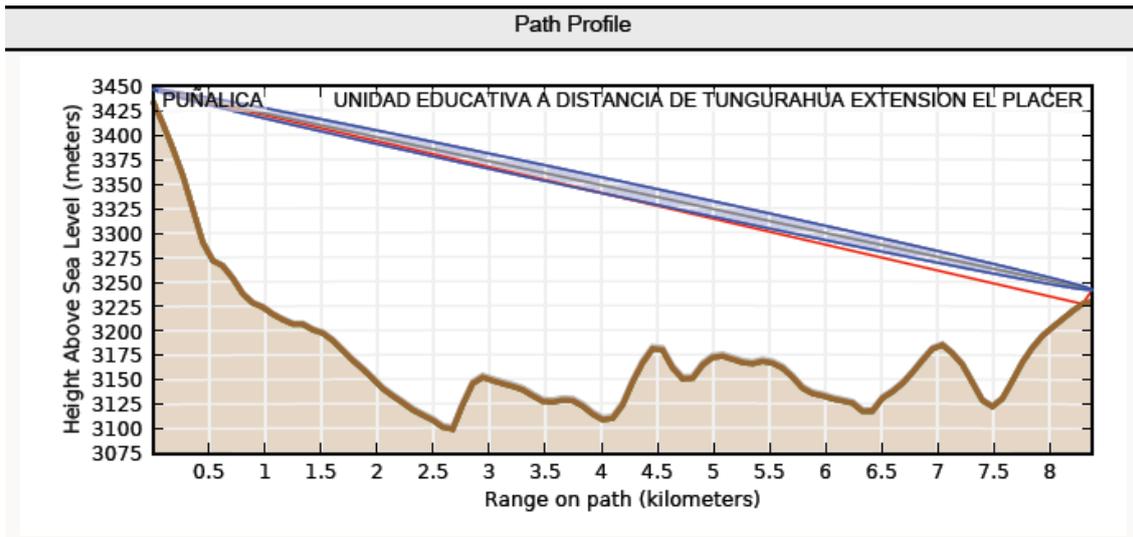
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	125.24 dB $\pm$ 5.00 dB

**18. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Unidad Educativa a Distancia de Tungurahua Extensión Quero**



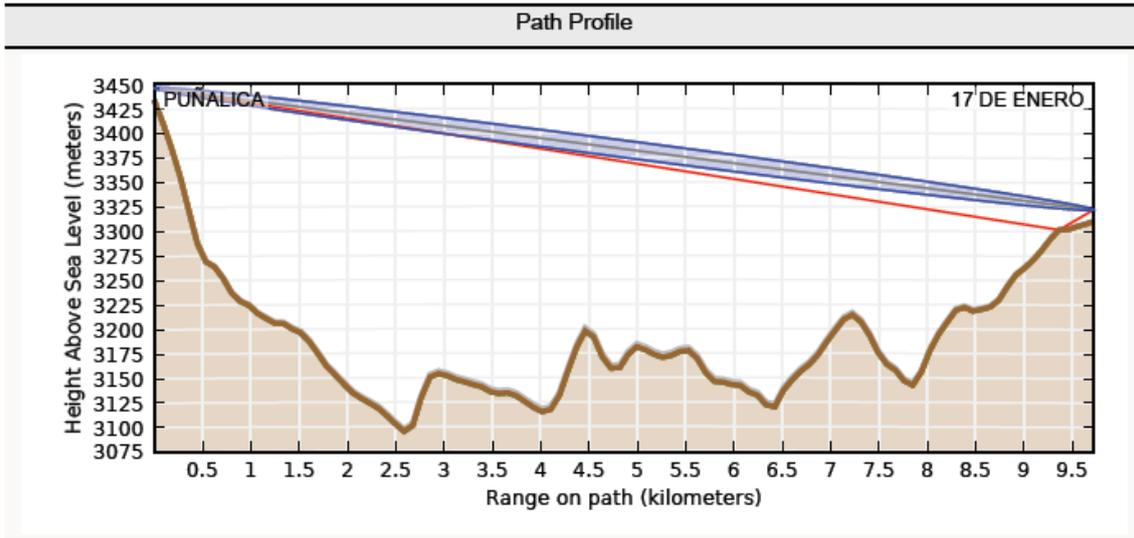
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm ± 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	124.60 dB ± 5.00 dB

## 19. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Unidad Educativa a Distancia de Tungurahua Extensión el Placer



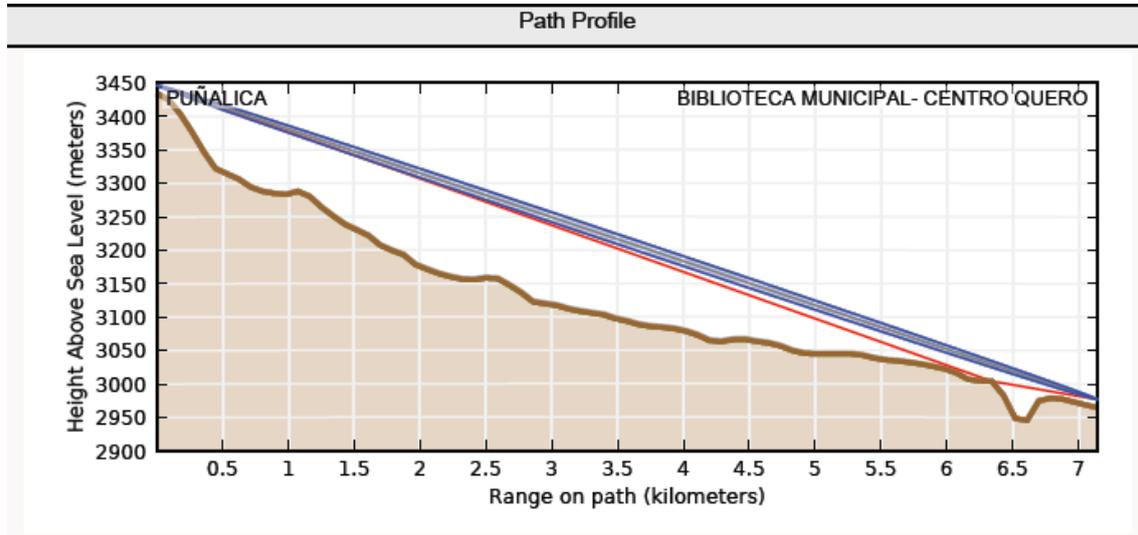
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-67 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	126.20 dB $\pm$ 5.00 dB

## 20. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – 17 de Enero



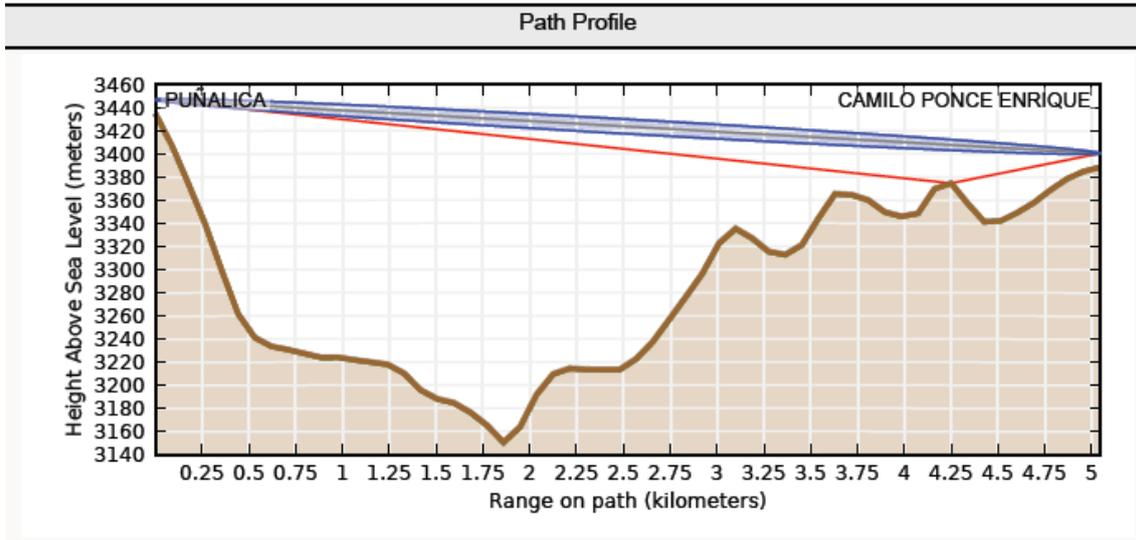
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-68 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	127.50 dB $\pm$ 5.00 dB

## 21. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Biblioteca Municipal Centro Quero



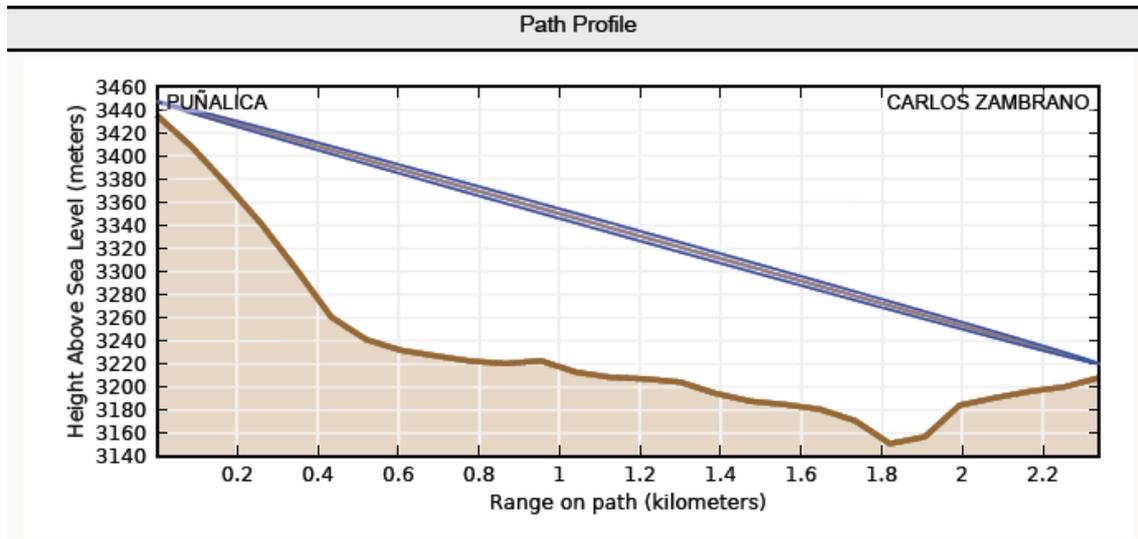
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	124.81 dB $\pm$ 5.00 dB

## 22. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Camilo Ponce Enrique



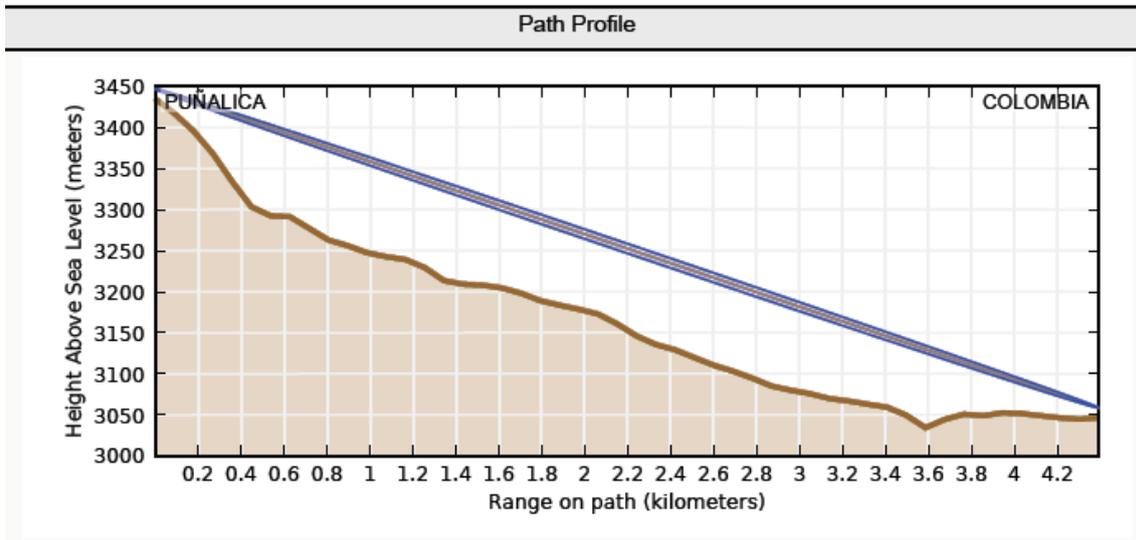
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-63 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	121.78 dB $\pm$ 5.00 dB

### 23. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Carlos Zambrano



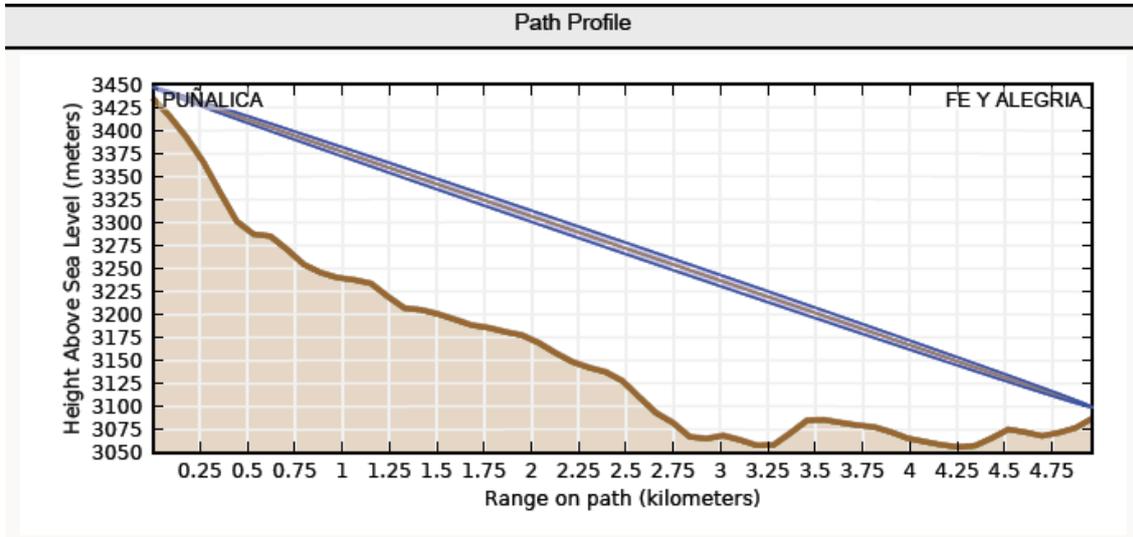
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-56 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	115.09 dB $\pm$ 5.00 dB

## 24. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Colombia



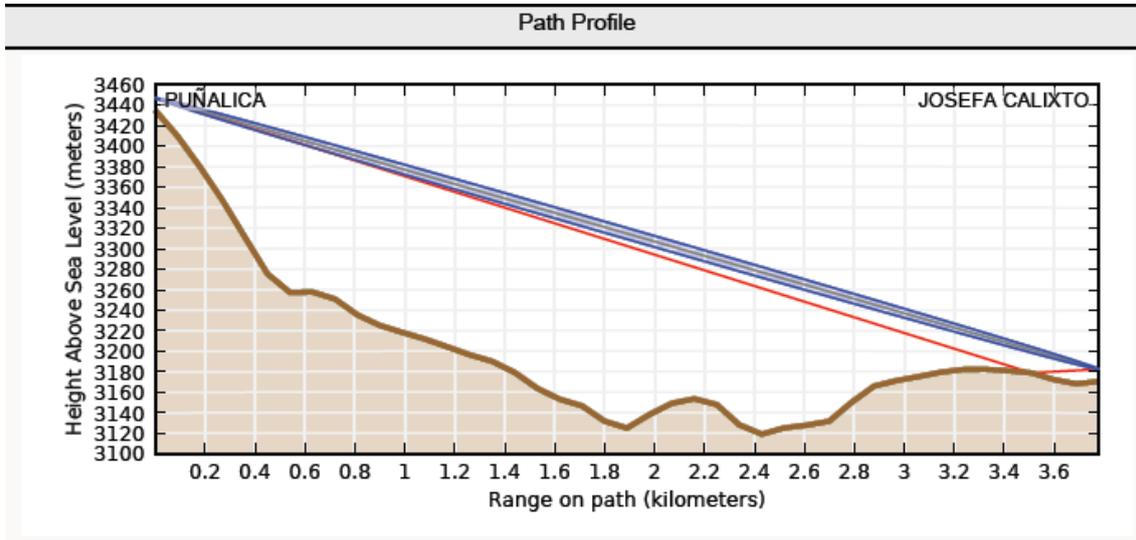
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-62 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	120.57 dB $\pm$ 5.00 dB

## 25. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Fe y Alegría



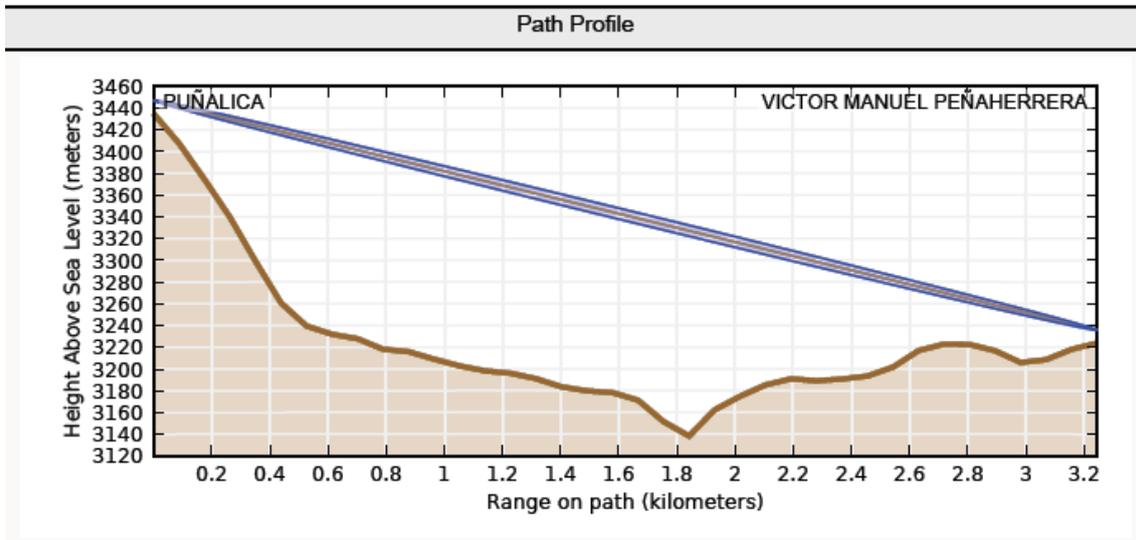
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-63 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	121.64 dB $\pm$ 5.00 dB

## 26. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Josefa Calixto



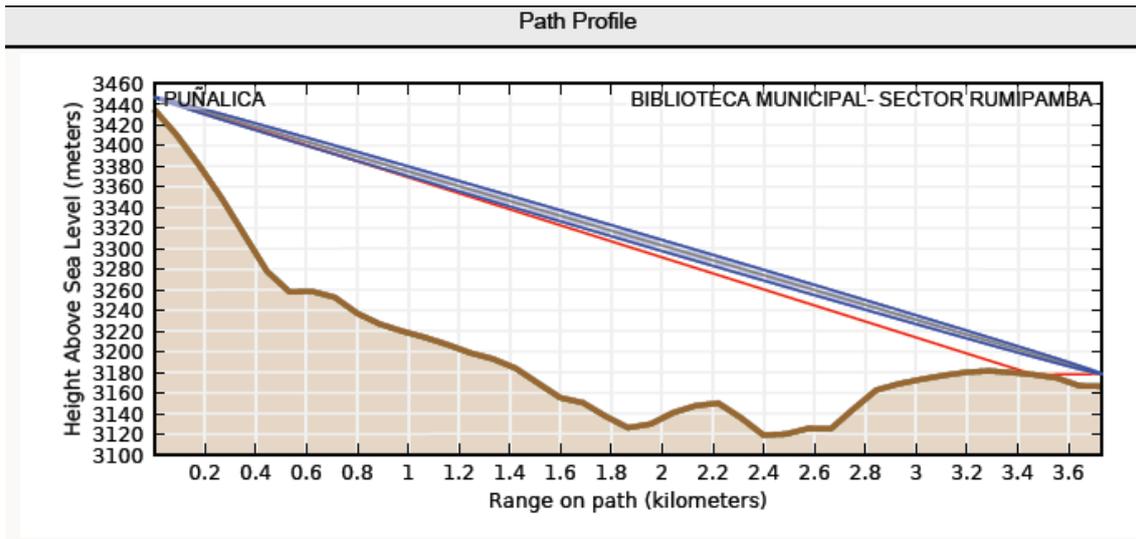
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-60 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	119.26 dB $\pm$ 5.00 dB

## 27. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Víctor Manuel Peña Herrera



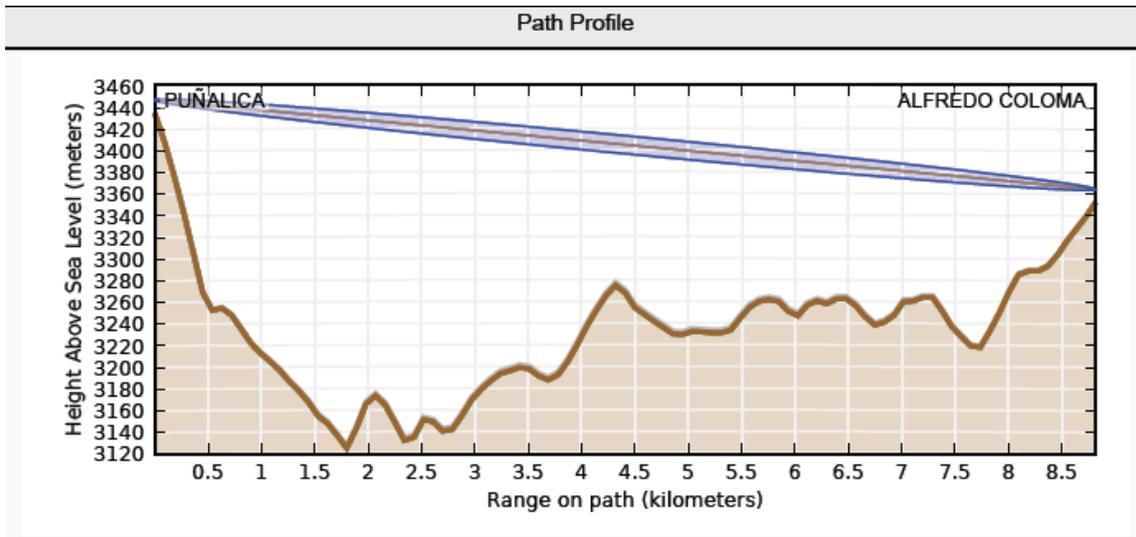
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-59 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	117.94 dB $\pm$ 5.00 dB

## 28. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Biblioteca Municipal Sector Rumipamba



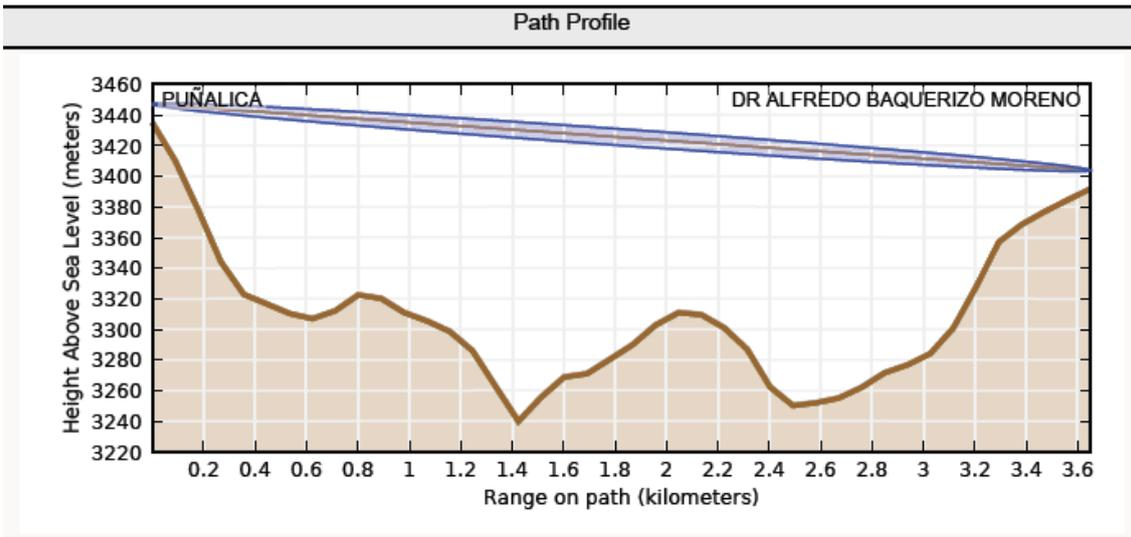
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-60 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	119.15 dB $\pm$ 5.00 dB

## 29. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Alfredo Coloma



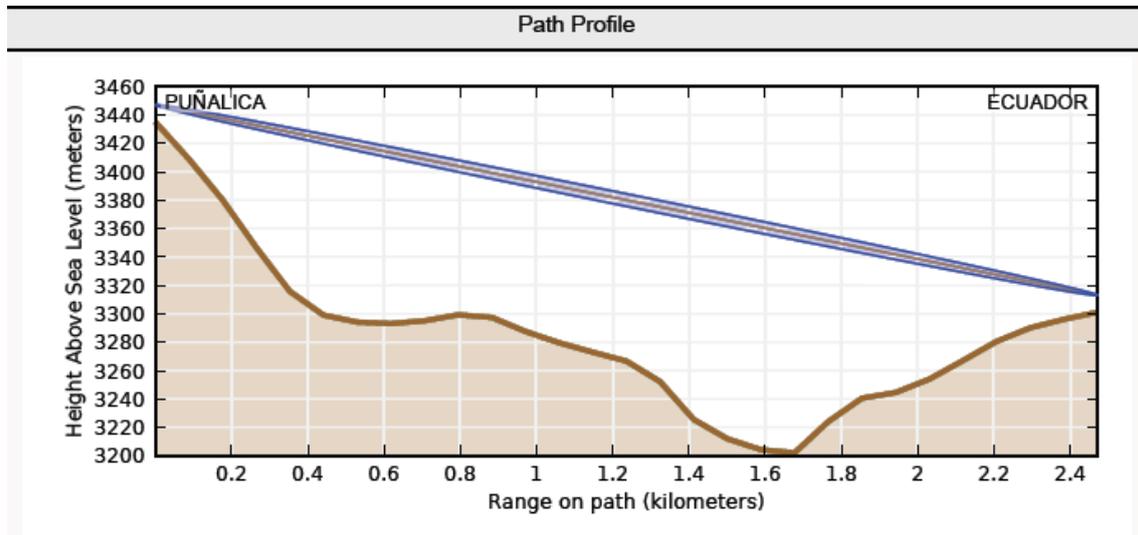
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-68 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	126.64 dB $\pm$ 5.00 dB

### 30. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Dr. Alfredo Baquerizo Moreno



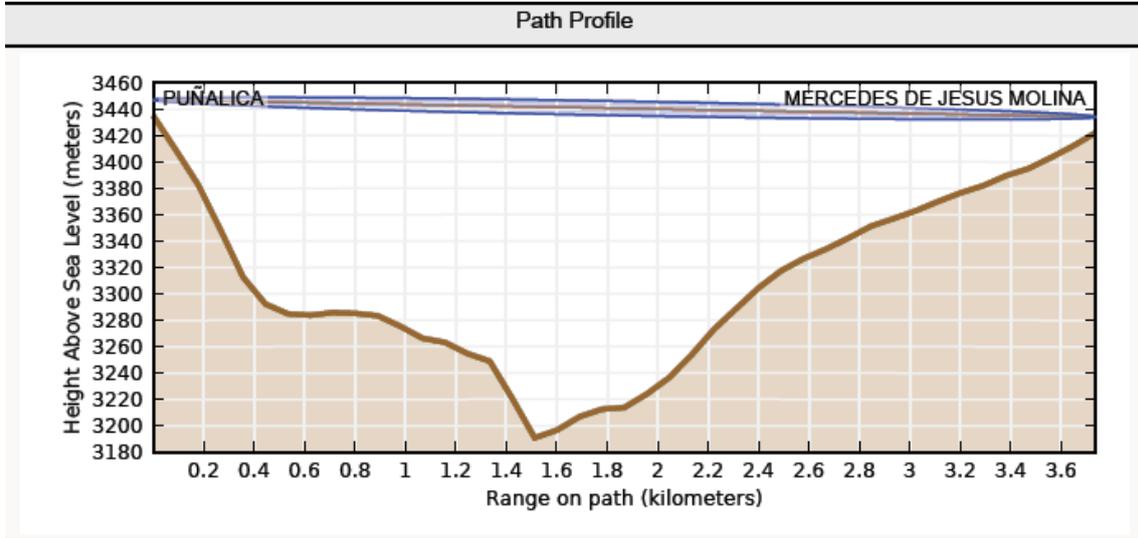
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-60 dBm ± 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	118.96 dB ± 5.00 dB

### 31. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Ecuador



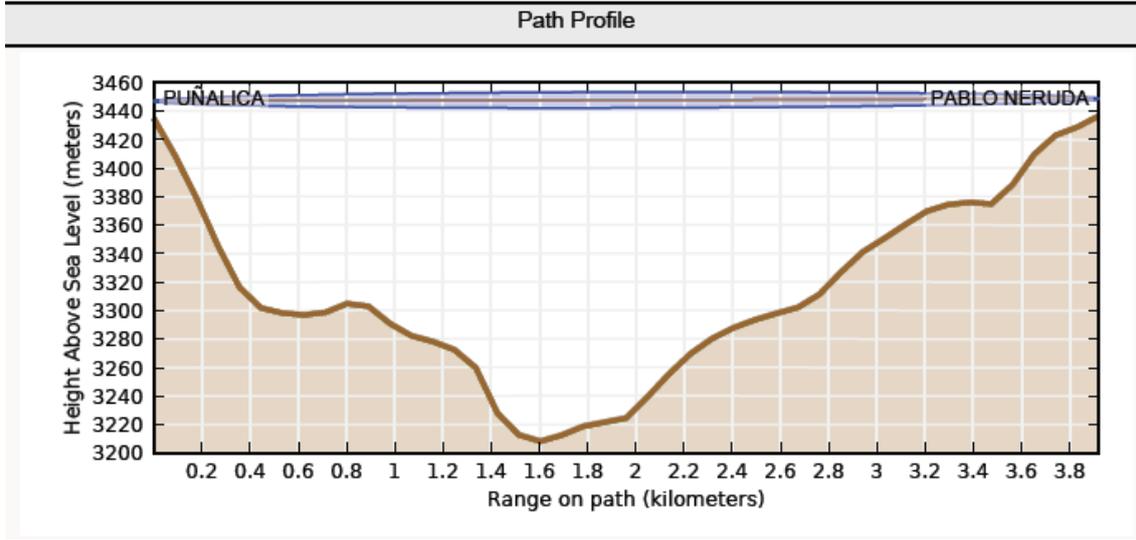
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-57 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	115.57 dB $\pm$ 5.00 dB

### 32. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Mercedes de Jesús Molina



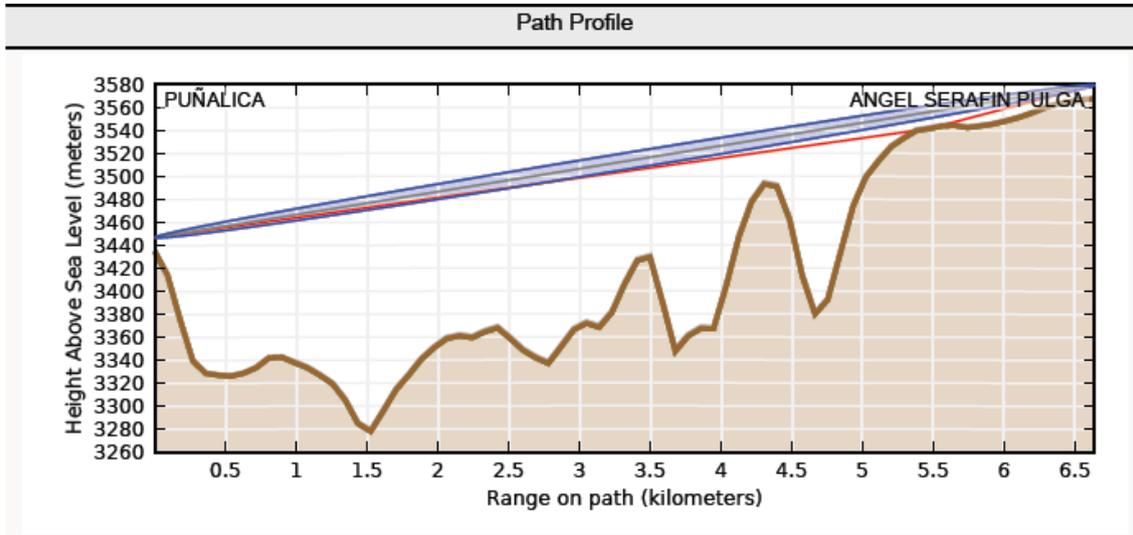
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-60 dBm ± 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	119.16 dB ± 5.00 dB

### 33. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Pablo Neruda



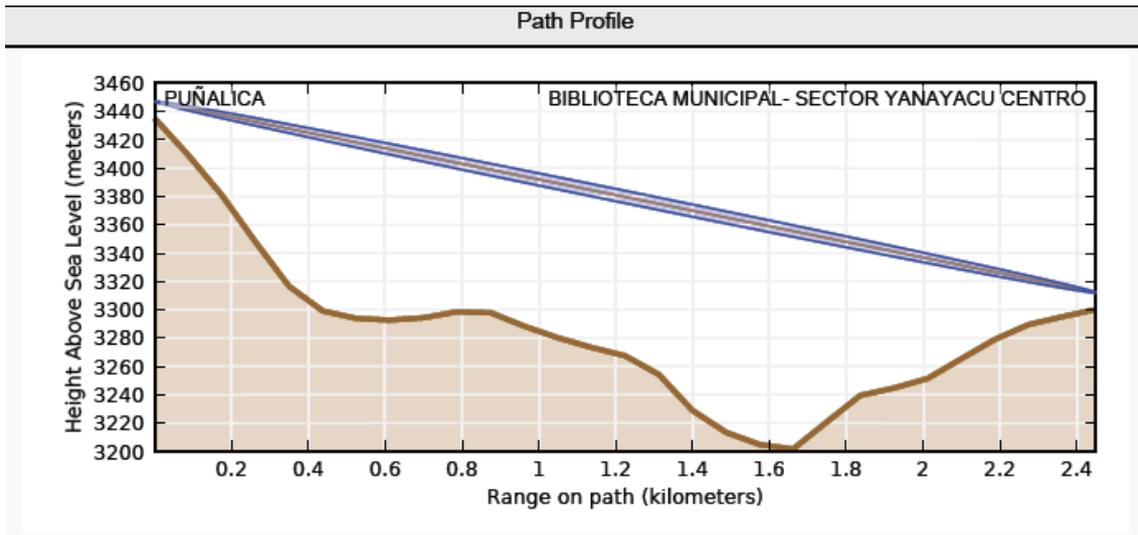
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-61 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	119.58 dB $\pm$ 5.00 dB

### 34. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Ángel Serafín Pulga



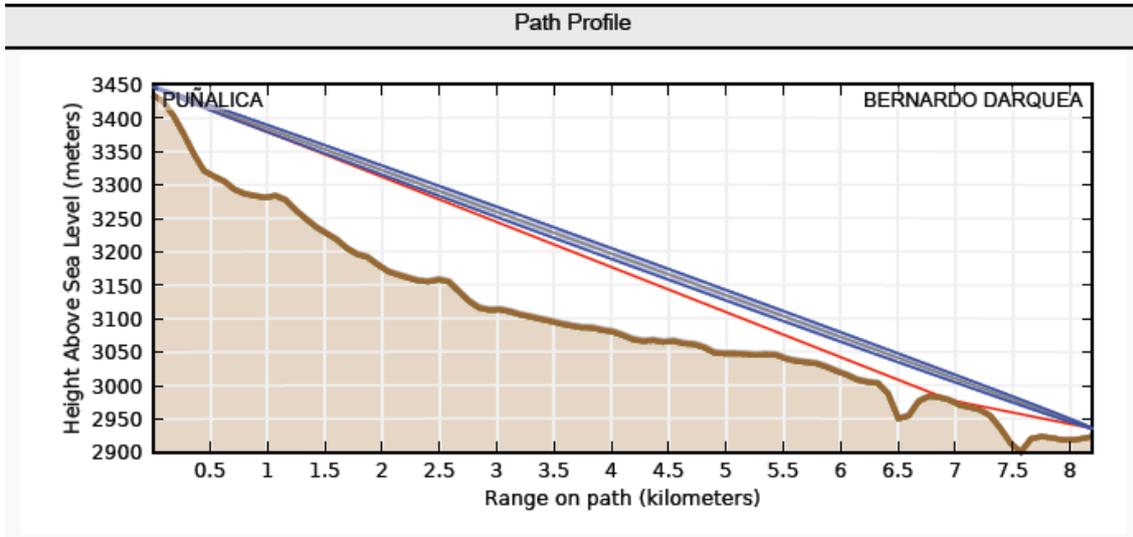
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-65 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	124.16 dB $\pm$ 5.00 dB

**35. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Biblioteca Municipal Sector Yanayacu.**



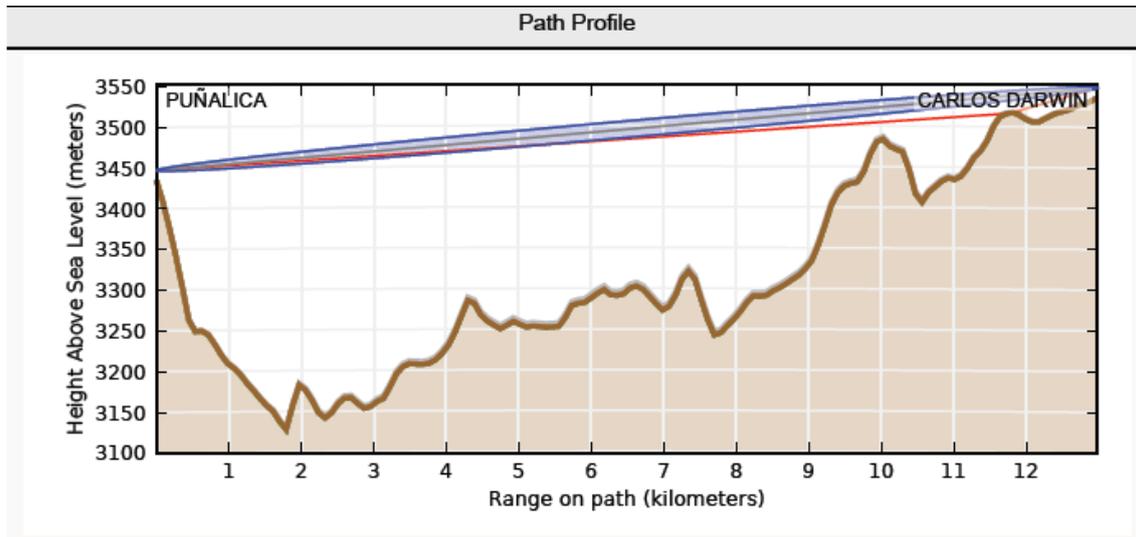
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-56 dBm ± 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	115.49 dB ± 5.00 dB

### 36. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Bernardo Darquea.



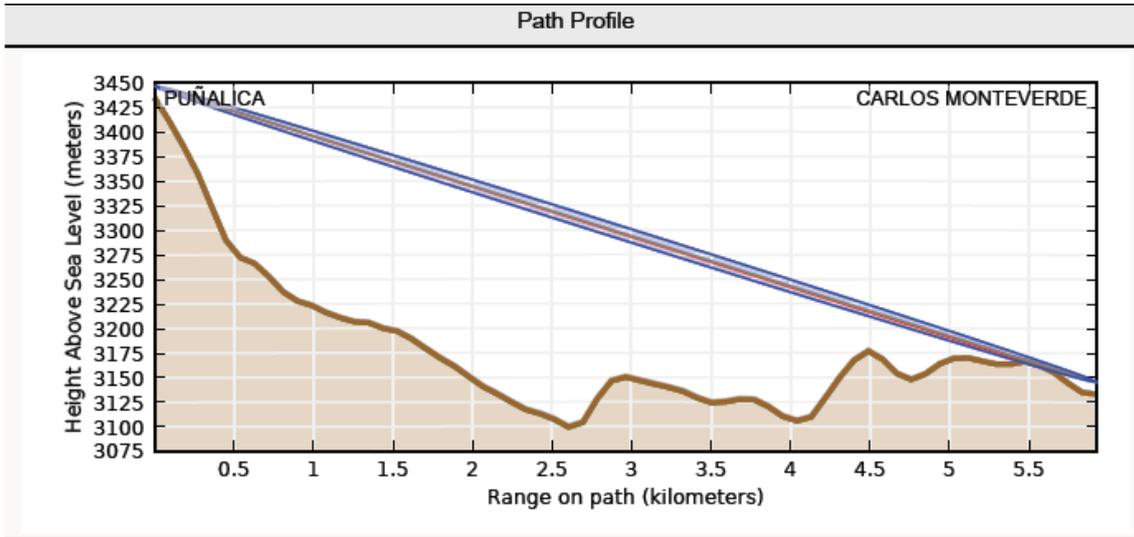
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-67 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	126.01 dB $\pm$ 5.00 dB

### 37. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Carlos Darwin



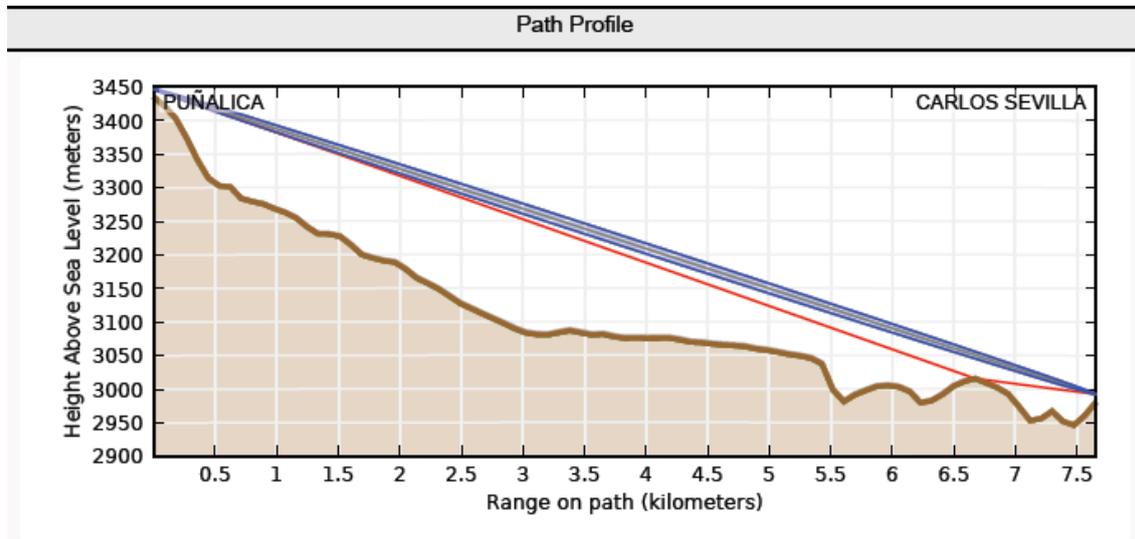
Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-71 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	130.02 dB $\pm$ 5.00 dB

### 38. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Carlos Monteverde



Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-74 dBm ± 8 dB while aligning
Predicted Link Loss	132.90 dB ± 7.92 dB

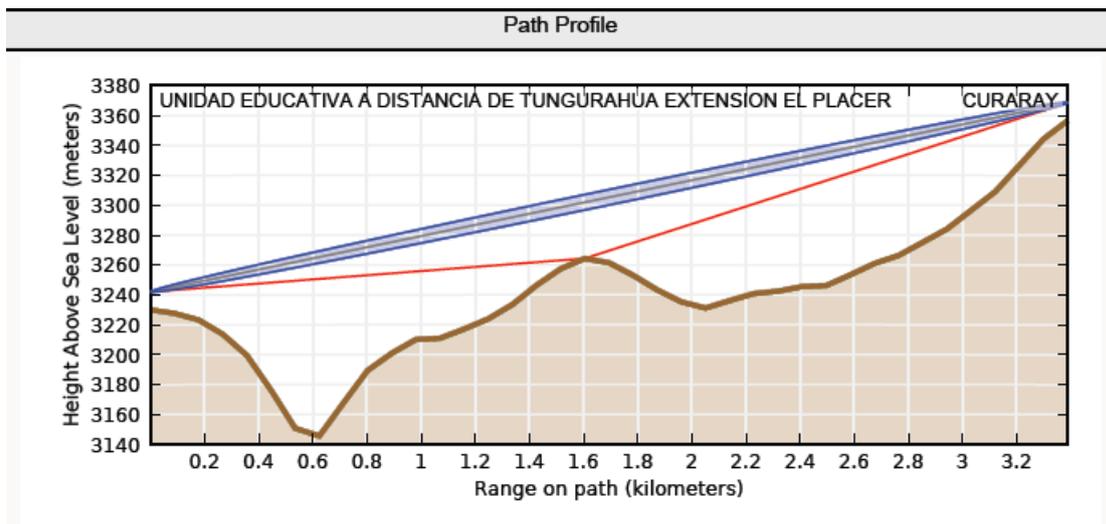
### 39. Enlace entre Nodo repetidor Cerro Puñalica – Carlos Sevilla



Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-66 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	125.41 dB $\pm$ 5.00 dB

# **ANEXO C**

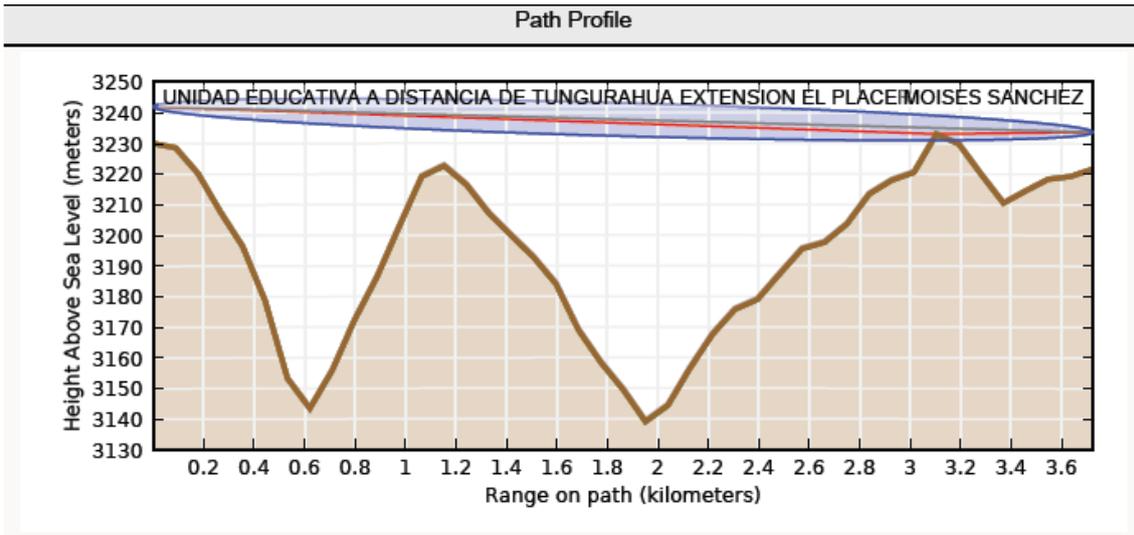
**1. Enlace entre nodo repetidor Unidad Educativa A Distancia De Tungurahua Extensión El Placer –Curaray**



Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-59 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	118.31 dB $\pm$ 5.00 dB

Mode	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSION EL PLACER									
	CURARAY					CURARAY				
	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	
256QAM 0.81 Dual	298.33	149.16	-0.37	35.2219	35.2219	149.16	-0.37	35.2219	35.2219	
64QAM 0.92 Dual	251.35	125.67	4.21	99.8629	64.6410	125.67	4.21	99.8629	64.6410	
64QAM 0.75 Dual	205.40	102.70	8.67	99.9992	0.1363	102.70	8.67	99.9992	0.1363	
16QAM 0.87 Dual	159.79	79.90	11.90	99.9995	0.0003	79.90	11.90	99.9995	0.0003	
16QAM 0.63 Dual	114.87	57.43	15.58	99.9995	0.0000	57.43	15.58	99.9995	0.0000	
256QAM 0.81 Sngl	149.16	74.58	3.81	0.0005	0.0005	74.58	3.81	0.0005	0.0005	
64QAM 0.92 Sngl	125.67	62.84	7.67	0.0005	0.0000	62.84	7.67	0.0005	0.0000	
64QAM 0.75 Sngl	102.70	51.35	11.85	0.0005	0.0000	51.35	11.85	0.0005	0.0000	
16QAM 0.87 Sngl	79.89	39.95	14.99	0.0005	0.0000	39.95	14.99	0.0005	0.0000	
16QAM 0.63 Dual	114.87	57.43	15.58	99.9995	0.0000	57.43	15.58	99.9995	0.0000	
256QAM 0.81 Sngl	149.16	74.58	3.81	0.0005	0.0005	74.58	3.81	0.0005	0.0005	
64QAM 0.92 Sngl	125.67	62.84	7.67	0.0005	0.0000	62.84	7.67	0.0005	0.0000	
64QAM 0.75 Sngl	102.70	51.35	11.85	0.0005	0.0000	51.35	11.85	0.0005	0.0000	
16QAM 0.87 Sngl	79.89	39.95	14.99	0.0005	0.0000	39.95	14.99	0.0005	0.0000	

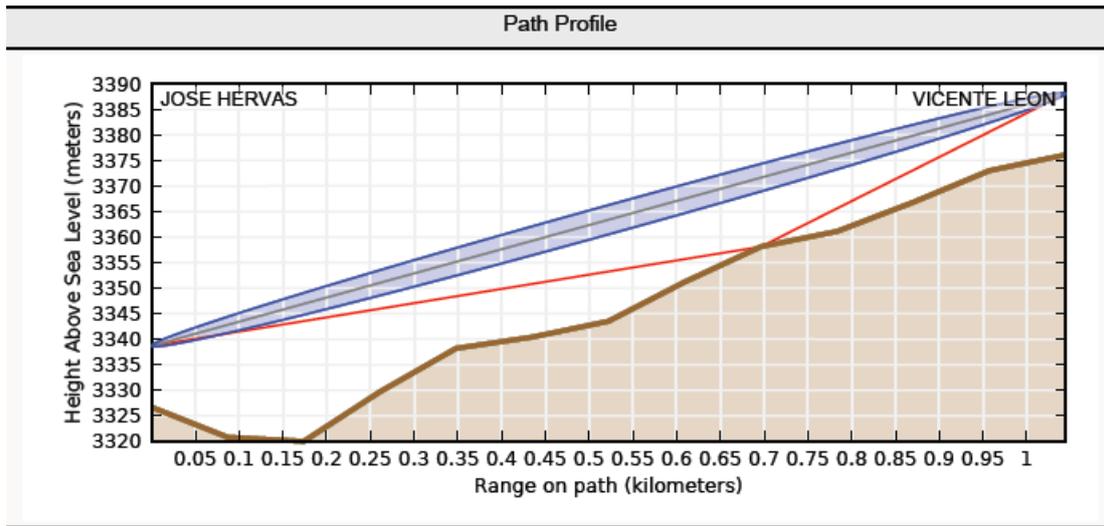
**2. Enlace entre nodo repetidor Unidad Educativa A Distancia De Tungurahua Extensión El Placer – Moisés Sánchez**



Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-67 dBm ± 7 dB while aligning
Predicted Link Loss	125.87 dB ± 7.02 dB

Mode	UNIDAD EDUCATIVA A DISTANCIA DE TUNGURAHUA EXTENSION EL PLACER									
	MOISES SANCHEZ					MOISES SANCHEZ				
	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	
256QAM 0.81 Dual	297.49	148.74	-7.93	0.0001	0.0001	148.74	-7.93	0.0001	0.0001	
64QAM 0.92 Dual	250.64	125.32	-3.34	0.5435	0.5434	125.32	-3.34	0.5435	0.5434	
64QAM 0.75 Dual	204.82	102.41	1.12	71.6966	71.1531	102.41	1.12	71.6966	71.1531	
16QAM 0.87 Dual	159.34	79.67	4.35	98.0550	26.3583	79.67	4.35	98.0550	26.3583	
16QAM 0.63 Dual	114.55	57.27	8.02	99.8329	1.7779	57.27	8.02	99.8329	1.7779	
256QAM 0.81 Sngl	148.74	74.37	-3.74	0.0000	0.0000	74.37	-3.74	0.0000	0.0000	
64QAM 0.92 Sngl	125.32	62.66	0.11	0.0575	0.0575	62.66	0.11	0.0575	0.0575	
64QAM 0.75 Sngl	102.41	51.20	4.29	0.1210	0.0635	51.20	4.29	0.1210	0.0635	
16QAM 0.87 Sngl	79.67	39.83	7.43	0.1211	0.0000	39.83	7.43	0.1211	0.0000	
16QAM 0.63 Sngl	57.27	28.64	11.99	100.0000	0.0460	28.64	11.99	100.0000	0.0460	
QPSK 0.87 Sngl	39.83	19.92	14.32	100.0000	0.0000	19.92	14.32	100.0000	0.0000	
QPSK 0.63 Sngl	28.63	14.32	18.35	100.0000	0.0000	14.32	18.35	100.0000	0.0000	
BPSK 0.63 Sngl	14.31	7.16	21.46	100.0000	0.0000	7.16	21.46	100.0000	0.0000	

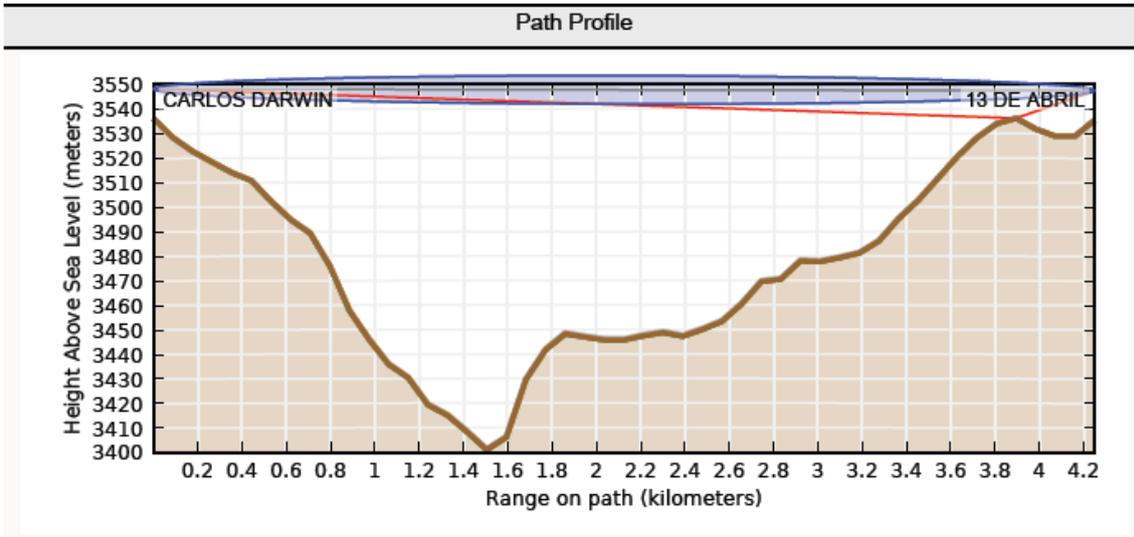
### 3. Enlace entre nodo repetidor José Hervás– Vicente León



Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-49 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	108.08 dB $\pm$ 5.00 dB

Mode	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	JOSE HERVAS				VICENTE LEON				
		Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	
256QAM 0.81 Dual	300.02	150.01	9.86	99.9994	99.9994	150.01	9.86	99.9994	99.9994	
64QAM 0.92 Dual	252.77	126.39	14.45	99.9995	0.0001	126.39	14.45	99.9995	0.0001	
64QAM 0.75 Dual	206.56	103.28	18.91	99.9995	0.0000	103.28	18.91	99.9995	0.0000	
16QAM 0.87 Dual	160.70	80.35	22.13	99.9995	0.0000	80.35	22.13	99.9995	0.0000	
16QAM 0.63 Dual	115.52	57.76	25.81	99.9995	0.0000	57.76	25.81	99.9995	0.0000	
256QAM 0.81 Sngl	150.01	75.00	14.05	0.0005	0.0005	75.00	14.05	0.0005	0.0005	
64QAM 0.92 Sngl	126.38	63.19	17.90	0.0005	0.0000	63.19	17.90	0.0005	0.0000	
64QAM 0.75 Sngl	103.28	51.64	22.08	0.0005	0.0000	51.64	22.08	0.0005	0.0000	
16QAM 0.87 Sngl	80.34	40.17	25.22	0.0005	0.0000	40.17	25.22	0.0005	0.0000	
16QAM 0.63 Sngl	57.76	28.88	29.78	100.0000	0.0000	28.88	29.78	100.0000	0.0000	
QPSK 0.87 Sngl	40.17	20.09	32.11	100.0000	0.0000	20.09	32.11	100.0000	0.0000	
QPSK 0.63 Sngl	28.88	14.44	36.14	100.0000	0.0000	14.44	36.14	100.0000	0.0000	
BPSK 0.63 Sngl	14.43	7.22	39.25	100.0000	0.0000	7.22	39.25	100.0000	0.0000	

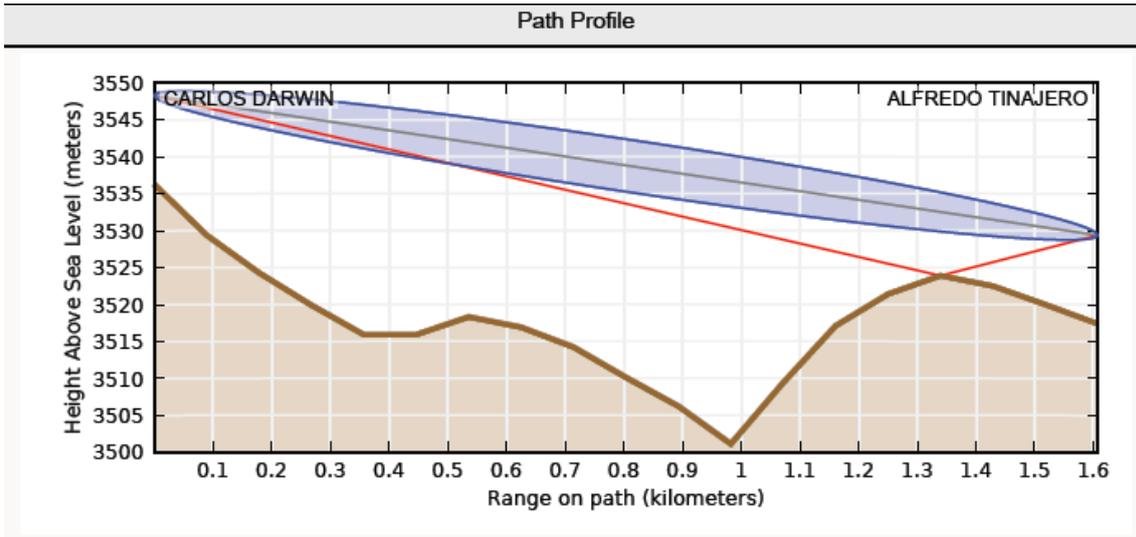
#### 4. Enlace entre nodo repetidor Carlos Darwin – 13 de Abril



Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-61 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	120.28 dB $\pm$ 5.00 dB

Mode	CARLOS DARWIN					13 DE ABRIL				
	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	
256QAM 0.81 Dual	297.49	148.74	-2.34	1.0205	1.0205	148.74	-2.34	1.0205	1.0205	
64QAM 0.92 Dual	250.64	125.32	2.24	95.6546	94.6341	125.32	2.24	95.6546	94.6341	
64QAM 0.75 Dual	204.82	102.41	6.71	99.9977	4.3431	102.41	6.71	99.9977	4.3431	
16QAM 0.87 Dual	159.34	79.67	9.93	99.9994	0.0017	79.67	9.93	99.9994	0.0017	
16QAM 0.63 Dual	114.55	57.27	13.61	99.9995	0.0001	57.27	13.61	99.9995	0.0001	
256QAM 0.81 Sngl	148.74	74.37	1.85	0.0005	0.0005	74.37	1.85	0.0005	0.0005	
64QAM 0.92 Sngl	125.32	62.66	5.70	0.0005	0.0000	62.66	5.70	0.0005	0.0000	
64QAM 0.75 Sngl	102.41	51.20	9.88	0.0005	0.0000	51.20	9.88	0.0005	0.0000	
16QAM 0.87 Sngl	79.67	39.83	13.02	0.0005	0.0000	39.83	13.02	0.0005	0.0000	

## 5. Enlace entre nodo repetidor Carlos Darwin – Alfredo Tinajero



Max Transmit Power	13 dBm while aligning 13 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	30 MHz
Link Symmetry	Adaptive
Predicted Receive Power	-53 dBm $\pm$ 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	111.83 dB $\pm$ 5.00 dB

Mode	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	CARLOS DARWIN				ALFREDO TINAJERO			
		Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	Max User IP Throughput (Mbps)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)
256QAM 0.81 Dual	299.17	149.58	6.11	99.9962	99.9962	149.58	6.11	99.9962	99.9962
64QAM 0.92 Dual	252.06	126.03	10.70	99.9995	0.0033	126.03	10.70	99.9995	0.0033
64QAM 0.75 Dual	205.98	102.99	15.16	99.9995	0.0001	102.99	15.16	99.9995	0.0001
16QAM 0.87 Dual	160.24	80.12	18.39	99.9995	0.0000	80.12	18.39	99.9995	0.0000
16QAM 0.63 Dual	115.19	57.60	22.07	99.9995	0.0000	57.60	22.07	99.9995	0.0000
256QAM 0.81 Sngl	149.58	74.79	10.30	0.0005	0.0005	74.79	10.30	0.0005	0.0005
64QAM 0.92 Sngl	126.03	63.01	14.16	0.0005	0.0000	63.01	14.16	0.0005	0.0000
64QAM 0.75 Sngl	102.99	51.49	18.34	0.0005	0.0000	51.49	18.34	0.0005	0.0000
16QAM 0.87 Sngl	80.12	40.06	21.48	0.0005	0.0000	40.06	21.48	0.0005	0.0000
16QAM 0.63 Sngl	57.59	28.80	26.03	100.0000	0.0000	28.80	26.03	100.0000	0.0000
QPSK 0.87 Sngl	40.06	20.03	28.37	100.0000	0.0000	20.03	28.37	100.0000	0.0000
QPSK 0.63 Sngl	28.79	14.40	32.40	100.0000	0.0000	14.40	32.40	100.0000	0.0000
BPSK 0.63 Sngl	14.39	7.20	35.51	100.0000	0.0000	7.20	35.51	100.0000	0.0000

# CATÁLOGOS