



FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES PARA EL
MEJORAMIENTO DE LAS COMUNICACIONES, VIA INTERNET DEL
DISTRITO DE CURIMANA-DEPARTAMENTO DE UCAYALI”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRONICO Y
TELECOMUNICACIONES**

PRESENTADO POR:

JONATHAN PAOLO SOTO BERNALES

**LIMA – PERÚ
2018**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, a mis compañeros de clase y a mis docentes con los cuales compartí todos estos años de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que estuvieran siempre apoyándome principalmente a mis padres que siempre son un soporte para llegar a cumplir mis metas y continuar mejorando cada día de mi vida.

A mis compañeros con los cuales compartí trabajos y vivencias, a mis profesores los cuales compartieron sus conocimientos y siempre estuvieron dispuestos a resolver mis dudas.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se centra en una realidad problemática que sucede en el interior de PERÚ, en cada uno de las provincias y distritos dentro del territorio nacional, para nuestro caso en particular se centra en el distrito de CURIMANA, el cual cuenta con un sistema de comunicación precario, principalmente las escuelas primarias, secundarias y en el distrito en general, no se cuenta con un sistema de comunicación que brinde acceso a Internet.

Actualmente el estado peruano se encuentra implementando sistemas de comunicación en todos los distritos del Perú, brindando principalmente los servicios de internet en los colegios, con lo cual buscan mejorar la calidad de enseñanza de los estudiantes, así como obtener capacitaciones virtuales para los docentes de los colegios.

ABSTRACT

The present thesis focus on the reality problem which happen inside of PERU, inside every country and district on the national territory, in our particular case focus on the district of CURIMANA, the one that counts with a precarious system of communication, mainly on schools, colleges and around the district in general, the district doesn't count with a system of communication that offer access to the internet.

Actually the Peruvian state focus on the implementation of systems of communication around every country and district of PERU, offering principally the service of internet to every college in order to improve the quality of teaching to the students, also to obtain virtual cap citations to the teachers inside the colleges..

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis trata sobre el diseño de un sistema de comunicaciones que mejore la calidad de la enseñanza en el distrito de CURIMANA perteneciente a la provincia de UCAYALI.

En el capítulo I se muestran las generalidades de la provincia de UCAYALI, así como el desarrollo del distrito de CURIMANA.

En el capítulo II se muestran la realidad problemática que se tiene dentro del distrito, la forma en la que se plantea resolver esta realidad, así como definir los objetivos del trabajo de tesis

En el capítulo III se muestra el marco teórico en el cual se muestran todas las características necesarias desde el punto de vista técnico y de ingeniería que permiten desarrollar el diseño.

En el capítulo IV se muestran el desarrollo del diseño, tomando como base la tecnología mostrada en el marco teórico, y el procedimiento de diseño, así como las conclusiones y recomendaciones

En el capítulo V se muestran las referencias bibliográficas tenidas en cuenta para el desarrollo de la presente tesis.

En el capítulo VI se desarrolla un pequeño glosario de los términos básicos necesarios para el buen entendimiento de los conceptos tratados en la siguiente tesis.

En el capítulo VII se muestran los índices tanto de gráficos como de tablas.

En el capítulo VIII se muestran los anexos.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE UCAYALI.....	1
1.1 Antecedentes de Ucayali	2
1.2 Distrito de CURIMAANÁ	8
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	12
2.1 Descripción de la Realidad Problemática	13
2.2 Definición del Problema	17
2.3 Importancia de la Investigación	18
2.4 Viabilidad de la Investigación.....	18
2.5 Limitaciones del Estudio	19
2.6 Objetivos del Proyecto.....	19
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	21
3.1 Antecedentes de la Investigación	22
3.2 Bases Teóricas	23
3.3 Tipo de Redes	24
3.4 IEEE 802.11.....	26
3.5 IEEE 802.11.....	30
3.6 Parametros para los enlaces inalámbricos	41
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO.....	53
4.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado	54
4.2 Ubicación de los lugares a enlazar:	54
4.3 Diseño de los enlaces inalámbrico	57
4.4 Costos del Proyecto.....	87
4.5 Conclusiones	89

4.6 Recomendaciones	90
CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
5.1 Libros92	
5.2 Electrónica.....	92
CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	94
6.1 Glosario de Términos.....	95
CAPÍTULO VII: ÍNDICES.....	97
7.1 Índices de Figura	98
7.2 Índice de Cuadros.....	99

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE UCAYALI

1.1 Antecedentes de Ucayali

El departamento de Ucayali, es uno de los veinticuatro departamentos del Perú, su capital y por ende la ciudad más poblada es Pucallpa. Se encuentra ubicada al sur de País en la región amazónica, sus límites son Por el norte con Loreto, por el sur con Madre de Dios y Cuzco, por el este con Brasil, al oeste con Pasco y Huánuco, y por el suroeste con Junín.

Con una extensión territorial de 102,199.28 km² es el segundo departamento más extenso superado en extensión territorial por el departamento de Loreto.

La cantidad de habitantes por kilómetros es de 4,2 hab/km², siendo el tercero menos densamente poblado, por delante de Loreto y Madre de Dios.

La capital es la ciudad de Pucallpa, la cual se encuentra en la provincia de Coronel Portillo que está situada al norte del departamento y al lado del río Ucayali. Esta región cuenta con una población, según el censo de 2007, de 432 159 habitantes y está poblado por diversas etnias indígenas del grupo Pano, shipibos y del grupo Arawak. Este departamento recibe su nombre del principal y mayor río que lo cruza de sur a norte: el río Ucayali.

Figura 1: Mapa de Ucayali



Fuente: **Fuente especificada no válida.**

El Departamento de Ucayali, fue creado mediante Ley N° 23099 del 18 de junio de 1980, sobre las bases de las provincias de Ucayali y Coronel Portillo; y por Ley N° 23416 del 1 de junio de 1982 quedó conformado definitivamente con cuatro provincias:

El departamento de Ucayali está formado por las provincias de Coronel Portillo, Atalaya, Padre Abad y Purús.

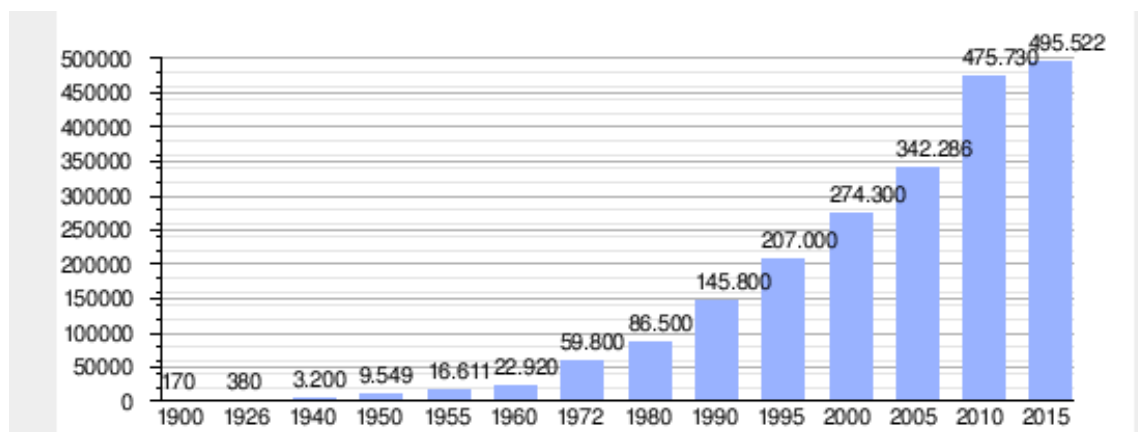
Figura 2: Provincias de UCAYALI

Provincias del departamento de Ucayali						
Ubigeo	Provincia	Capital	Distritos	Superficie km ²	Población 2016	Altitud msnm
2501	Coronel Portillo	Pucallpa	7	36 236.75	382 057	157
2502	Atalaya	Atalaya	4	38 924.29	53 890	228
2503	Padre Abad	Aguaytía	5	8 592.48	60 055	300
2504	Purús	Puerto Esperanza	1	17 847.76	4 541	232

Fuente: Fuente especificada no válida.

A continuación se muestra una evolución en la cantidad de pobladores del departamento de Ucayali hasta el 2015.

Figura 3: Crecimiento de la población de UCAYALI



Fuente: Fuente especificada no válida.

Dentro de la provincia de padre Abad, se encuentra ubicado el distrito de Curimana, el cual es uno de los principales distritos de la Provincia de Padre Abad, ubicada en el Departamento de Ucayali, se encuentra bajo la administración del Gobierno regional de Ucayali en el Perú.

Figura 4: Mapa de CURIMANA



Fuente: Fuente especificada no válida.

Figura 5: Vista de padre ABAD desde google earth



Fuente: Elaboración Propia

El distrito fue creado por ley el 05 de enero de 1995 bajo el gobierno del presidente Alberto Fujimori

1.1.1 Economía

La principal fuente de ingreso de sus pobladores se basa en la agricultura ya que este distrito cuenta con un diversidad de cultivos como arroz, maíz, plátano, yuca, frijol, palma aceitera que prosperan en sus fértiles valles.

En el distrito se desarrollan otras actividades económicas que tiene que ver con extracción de agregados para la construcción, explotación minera en especial de la aurífera y de hidrocarburos como el gas licuado de petróleo GLP.

La agricultura es del tipo rudimentaria o artesanal, la forma de cultivar la tierra, las herramientas y materiales con los que se realiza son rudimentarios, siguiendo los pasos para el cultivo desde épocas ancestrales.

Se resalta que no se cuenta con industrias que aprovechen adecuadamente la tierra, se tiene actualmente regadíos artesanales hechos por los mismos pobladores. Sobre este punto el estado ha estado realizando mediante obras públicas, licitaciones con el estado, las cuales debido a la corrupción de las autoridades han quedado inconclusas, son de material noble pero sobrevaloradas totalmente, o simplemente por la falta de mantenimiento y la prevención adecuada son obras totalmente innecesarias o con falencias graves que dificultan el desarrollo de la provincia.

En cuanto a la minería se cuenta con obras de mineros, los cuales han estado deforestando el bosque, sin pagar impuestos y sin respetar el plan nacional del medio ambiente, debido a esto el estado peruano en los últimos años ha estado realizando explosiones de plantas piratas

que extraían el oro de la provincia y perjudicaban a los pobladores locales.

La concesión de hidrocarburos y su desarrollo se encuentra en manos del estado peruano el cual por medio de Petroperú ha desarrollado un plan de trabajo para la extracción de los hidrocarburos, mediante el cual la provincia obtiene sus regalías por parte del estado peruano.

Figura 6: Indicadores económicos

VARIABLES Y/O INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	2007	2008	2009	2010	2011
Producción pecuaria						
Carne de ave	t	10 348	9 166	10 600	10 114	11 721
Carne de ovino	t	54	38	39	28	26
Carne de porcino	t	745	725	821	922	1 461
Carne de vacuno	t	1 596	1 280	1 346	1 451	1 611
Leche fresca	t	3 945	4 600	4 806	4 986	5 096
Forestal						
Producción de madera aserrada	Metros cúbicos	280 076	177 624	143 996	145 250	184 354
MINERÍA						
Aporte económico total de la actividad minera transferida a la Región Ucayali	Miles de S/.	93	28	21	47	35
Derecho de vigencia	Miles de S/.	93	28	21	47	35
HIDROCARBUROS						
Producción fiscalizada de gas natural	Miles de pies ³	14 014 655	14 906 174	12 683 950	9 987 016	6 567 165
Producción fiscalizada de líquidos de gas natural	Barriles	1 094 453	976 226	973 165	914 064	898 356

Fuente: (INEI)

1.1.2 Infraestructura

Las casas son en su mayoría de material rustico hechos de adobe con techos de paja en los alrededores, pero dentro de la ciudad se cuenta con iglesia, plaza de armas, institución educativa en la cual se enseñan inicial primaria y secundaria, una posta médica y una estación policial.

Dentro del distrito debido en gran parte a las obras que se han estado realizando recientemente se cuenta con alumbrado público, se tiene obras para brindar agua potable y un servicio de desague a los pobladores.

1.1.3 Educación

El nivel de educación que se tiene en el distrito es de nivel inicial, primario y secundario.

El estado peruano intento mediante los proyectos de inversión pública brindar el servicio de internet a los pobladores del distrito, brindando laptops a los alumnos de las instituciones educativas e implementado a medias un proyecto mediante el cual se le brindaría el servicio de internet a los alumnos del distrito, el cual quedo en desuso por la falta de mantenimiento, siendo perjudicados los alumnos.

1.1.4 Seguridad

En el distrito no se cuenta con una tasa alta de inseguridad ciudadana, debido principalmente a la cantidad de pobladores y a que se cuenta con comisarias dentro del sector, los informes indican que los principales afectados son los mineros artesanales los cuales son robados por la carga de mineral que transportan al retirarse del sector, o los comerciantes de minerales que cada cierto tiempo son robados por personas de mal vivir.

1.1.5 Comunicaciones

Se cuenta con vías de acceso a la ciudad mediante las carreteras principales. Y mediante obras las principales vías de comunicación se encuentran pavimentadas, con lo cual los pobladores pueden realizar el comercio con los distritos aledaños, logrando de esta manera una

tasa de crecimiento, ya que debido al comercio los pobladores de los diversos distritos se encuentra emigrando al territorio, convirtiéndose este en el principal distrito de la provincia de padre Abad.

Cabe resaltar además que no se cuenta con una infraestructura de comunicaciones que permita conectar las principales células de gobierno como la municipalidad, la comisaria y las principales instituciones educativas.

En el siguiente gráfico se muestra la cantidad de usuarios que cuentan con líneas de teléfono dentro de la provincia.

Figura 7: Grafico de Transporte y Comunicaciones

TRANSPORTE Y COMUNICACIONES						
Transporte						
Parque automotor en circulación	Unidades	7 383	7 441	7 441	7 481	7 679
Transporte interprovincial de pasajeros	Unidades	369 344	331 312	333 845	318 749	301 806
Parque de mototaxis inscritos	Unidades	3 386	4 200	5 297	6 007	6 764
Comunicaciones						
Líneas en servicio de teléfonos fijos de abonados	Unidades	23 010	26 092	26 814	26 453	25 771
Líneas en servicio de teléfonos móviles	Unidades	145 797	216 701	282 303	351 327	389 065
Líneas en servicio de teléfonos públicos	Unidades	1 863	2 150	2 911	3 217	3 851

Fuente: (INEI)

1.2 Distrito de CURIMAANÁ

El distrito de Curimaná es uno de los cinco distritos de la Provincia de Padre Abad, ubicada en el departamento de Ucayali, se encuentra bajo la administración del Gobierno regional de Ucayali en el Perú.

Las coordenadas geográficas del distrito son 8°26'03"S 75°09'14"O, tiene una superficie total de 2152 km², cuenta con una población total de 8,543 habitantes, además cuenta con una densidad poblacional de 3,97 hab/km².

Desde el punto de vista jerárquico de la Iglesia católica, forma parte de la Vicariato apostólico de Pucallpa.

El distrito fue creado por Ley del 5 de enero de 1995, durante el gobierno del Presidente Alberto Fujimori.

Figura 8: Mapa de CURIMANA



Fuente: (Google Maps)

Curimaná tiene significado en la lengua originaria de la tribu los panos, el cual es "Cerro de oro", ubicado a 96 km de la ciudad de Pucallpa ingresando 36 km hacia la margen derecha de la carretera Federico Basadre desde el centro poblado menor de Neshuya ubicado en el km 60.

Los dirigentes municipales actuales son en el periodo 2015 – 2018 son:

Alcalde:

Delsy Vera Rojas, del Movimiento Ucayali Región con Futuro (URF).

Regidores:

Angel Segundo Flores Romero (URF)

Violeta Poma Randolf (URF)

Felipe Salas Fasasi (URF)

Yazmin García Ortega (URF)

Jaime Córdova Muñoz (Todos Somos Ucayali)

1.2.1 Economía

La principal fuente de ingreso de los pobladores se basa en la agricultura ya que este distrito cuenta con una diversidad de cultivos como arroz, maíz, plátano, yuca, frijol, palma aceitera que prosperan en sus valles.

En el distrito se desarrollan otras actividades económicas que tienen que ver con extracción de agregados para la construcción, explotación minera en especial de la aurífera y de hidrocarburos tales como el gas licuado de petróleo GLP.

1.2.2 Misión de la Municipalidad

“El objetivo es lograr que la ciudadanía tenga igualdad de condiciones para su desarrollo y calidad de vida entendiéndose que los ciudadanos tengan acceso a los servicios básicos de calidad, educación, salud, agua y desagüe, electricidad, telecomunicaciones, vivienda y seguridad ciudadana.”

1.2.3 Visión de la Municipalidad

“Al 2022, la Municipalidad distrital de Curimaná será ejemplo de desarrollo, progreso y bienestar de su comunidad, trabajando unificadamente para superar las necesidades básicas de vivienda, agua y desagüe, con una municipalidad saludable, con calidad educativa, analfabetismo disminuida, la ciudad capital y sus caseríos

aledaños con buen servicio eléctrico, vías de comunicación en óptimo estado rumbo a la modernidad."

CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1 Descripción de la Realidad Problemática

El panorama del futuro inmediato de la economía del distrito está relacionado a la agricultura. La cual es la principal fuente de ingreso de los pobladores basado en la agricultura, ya que este distrito cuenta con una diversidad de cultivos como arroz bajo riego, maíz, plátano, yuca, frijol, palma aceitera que prosperan en sus fértiles valles, siendo el cacao su cultivo de bandera, también la instalación de piscigranjas, y los proyectos ganaderos en los diversos caseríos.

En el distrito además se desarrollan otras actividades económicas que tiene que ver principalmente con la extracción de agregados para la construcción como el ripio que extraen de las canteras que se encuentran en la rivera del río Aguaytía, asimismo la explotación minera aurífera y de hidrocarburos tales como el gas licuado de petróleo (GLP).

La pobreza tiene múltiples dimensiones. El INEI presenta una forma de realizar su medición mediante varios indicadores como los ingresos, el estado de nutrición y la satisfacción de necesidades básicas.

La categoría de población en situación de pobreza o pobreza extrema, alude a aquella que no tiene condiciones mínimas para su bienestar y el desarrollo de sus capacidades. En este sentido la pobreza en el distrito se ubica como moderada, toda vez que los ingresos dependen de la agricultura y minería lo ubican en este nivel

La pobreza afecta más claramente a algunos grupos. Uno de los grupos más afectados son los hogares rurales: Presentan menores niveles de gasto per cápita, tienen menor acceso a servicios públicos como el agua y desagüe, asimismo servicios de salud las 24 horas, aún cuando tienen mayor acceso a educación, lo que trae mejores niveles de educación en el hogar.

La pobreza monetaria en la región fue de 29.7% el 2015, debajo del valor nacional (31%) algo similar en el Distrito.

En cambio, las necesidades básicas insatisfechas son mayores: con al menos una NBI, Ucayali tiene 47.4% y el Perú 19% (2015)

El Sector agrario del distrito, constituye el espacio laboral más importante, en el que están vinculados aproximadamente 37,000 agricultores y sus familias, muchas de las cuales forman parte del segmento de pobreza, 63.9 % de la población de Ucayali, las actividades que desarrollan están consideradas, mayormente la población subsiste con unos ingresos mensuales los cuales no superan a los 80 dólares, con excepción de algunos productores ligados al cultivo de palma aceitera (10%) y cacao (25%) de la población económicamente activa. Consideramos que el desarrollo del agro es fundamental y estratégico para el crecimiento económico y la reducción de la pobreza.

Los problemas estructurales que se tiene en el campo son: las deficientes vías de acceso, la falta de maquinaria para dinamizar la producción agraria y los sistemas de comercialización adversos para los agricultores, sumado a ella la falta de conocimientos tecnológicos y gerenciales, que hagan competitivos a los pequeños agricultores, mientras no existan cambios a este nivel, indudablemente se incrementaran los niveles de pobreza y deterioro de los recursos naturales.

La provincia de Ucayali, viene atravesando una crisis de deforestación de la flora por tala ilegal y cultivos alternativos. Las áreas deforestadas están focalizadas en zonas y bosques aledaños a la carretera Federico Basadre y de los ríos Aguaytía, San Alejandro y el Ucayali ocasionado por madereros, agricultores de las áreas rurales como es el caso de Curimaná para el sembrío de plátanos, maíz, palma aceitera, cacao y ganadería casi inexistente.

En cuanto a la Red Vial, ésta corresponde a las provincias de Padre Abad y coronel Portillo, con una longitud de 507.05 Km. de los cuales el 64.06% se encuentra en condición de sin asfaltado equivalente a una longitud de

324.85Km. y un 34.67% se encuentra en condición de asfaltado con una longitud de 175.80Km. y el 1.27% se encuentra en condición de asfaltado con una longitud de 6.40 Km. De igual manera el Distrito cuenta con carretera de Neshuya a Curimaná en mal estado de conservación, requiriendo con urgencia su asfaltado a fin de tener un tránsito fluido y conectar a la red vial a los caseríos aledaños a la capital del Distrito.

A nivel educativo, siendo el objetivo final del proceso educativo la obtención de logros de aprendizaje, de acuerdo al grado y nivel educativo. Por ello, el Ministerio de educación busca medir el aprendizaje real de los estudiantes a través de la evaluación censal de estudiantes (ECE).

La ECE proporciona información objetiva y estandarizada de las habilidades de los estudiantes a través del tiempo

Los resultados de la ECE. En el año 2015, solo el 10.3% de los estudiantes logran los aprendizajes del Segundo Grado de Primaria en matemática, mientras que 29.0% lo logra en comprensión lectora.

El resultado relacionado a matemática está muy por debajo al promedio nacional en 16.3 puntos porcentuales de brecha desfavorable para el sector; del mismo modo en el caso de comprensión lectora donde el promedio de la región es inferior al nacional en 20.8 puntos porcentuales, ambos resultados estadísticamente significativos.

A pesar de que el rendimiento académico en la región fue menor en el caso de comprensión lectora, el promedio nacional sobre todo en los últimos dos años, ha mejorado en el tiempo desde el año 2009. Situación similar presenta el aprendizaje en matemática en la región y sus provincias y distritos, inferior al promedio nacional también, aunque con menor crecimiento que en comprensión lectora.

Aun así, durante el período 2009-2015 el porcentaje de alumnos con aprendizaje satisfactorio en la región se incrementó en 22.9 puntos

porcentuales en comprensión lectora y 8.7 en matemática. Sin embargo, la explicación de estos resultados necesita más reflexión y un estudio más profundo, aunque se pueden deducir como razones posibles las expuestas en el MINEDU en el año 2015:

- Acrecentamiento significativo de escuelas con docentes contratados de manera oportuna.
- Aumento importante de escuelas que recibieron oportunamente textos escolares.
- Incremento de escuelas cuyos docentes recibieron oportunamente material de apoyo pedagógico.
- Ampliación de estudiantes evaluados que han asistido a educación Inicial.
- Implementación de un programa de reforzamiento de estudiantes con dificultades de aprendizaje.
- Continuación del programa de acompañamiento a los docentes de zonas rurales.
- Impacto del Programa Nacional de Alimentación Escolar – Qali Warma.
- Impacto del Seguro Integral de Salud (SIS).
- Trabajo articulado entre los sectores público y privado para mejorar los logros de aprendizaje

Por otro lado, existen también factores pedagógicos que pueden haber influenciado en la mejora de los resultados, MINEDU 2015, tales como:

- Tipos de estrategias de enseñanza.

- Dominio curricular del docente.
- Empleo de medios y materiales de apoyo.
- Uso efectivo del tiempo en clases.
- Atención diferenciada acorde con las necesidades de los estudiantes.
- Expectativas sobre el desempeño de los estudiantes.
- Participación de los estudiantes en clases.
- Evaluación y retroalimentación

2.2 Definición del Problema

Como se aprecia en la realidad problemática el distrito de Curimana es un distrito emergente, en el cual se aprecia muchas falencias en su realidad problemática, siendo las principales de carácter económico, de infraestructura, educación, seguridad y de comunicaciones, entre otras que son más de carácter formativo, ético y moral.

Al realizar la investigación se establece como preguntas principales para la formulación del problema las siguientes:

¿Es posible ayudar con el desarrollo económico de la región, mediante técnicas de producción actuales?

¿De qué forma se puede mejorar la infraestructura actual que se tiene en el distrito?

¿Es la educación actual en el distrito de Curimana la más adecuada?

¿Cómo se puede mejorar la seguridad en el distrito de Curimana?

¿Son las comunicaciones en el distrito de Curimana las más adecuadas para un distrito en crecimiento?

Resultado principalmente como resultante que el desarrollo del distrito y de la región vienen de la mano principalmente con el nivel de educación con el que se cuenta, ya que mientras mayor sea la educación en el sector y mayor acceso se tenga a las nuevas técnicas y tecnologías se podrá aumentar la producción, de la misma manera se obtendrá una mayor capacitación de los docentes y pobladores del distrito.

2.3 Importancia de la Investigación

Las comunicaciones en el distrito de Curimana son precarias y aisladas, son usadas principalmente por medio de teléfonos celulares por el personal militar para comunicarse entre sus miembros.

La región actualmente carece de un sistema de telecomunicaciones que permita continuar con el desarrollo tanto económico, tecnológico y educativo de la región.

Al realizar un diseño para las telecomunicaciones se permite brindar servicios como el de acceso a internet, una vez contando con el sistema de comunicaciones se habilita el acceso a medios por los cuales se pueda brindar capacitaciones tanto técnicas como operativas a los pobladores del distrito.

También se puede brindar acceso a los estudiantes de los centros educativos y a los pobladores el acceso al mundo de la globalización, logrando que tengan acceso a un mayor conocimiento que guiado permita el desarrollo de la región.

2.4 Viabilidad de la Investigación

El sistema de comunicaciones es viable, debido a que se cuenta con la tecnología actual en el país que permite desarrollar un sistema de comunicaciones efectivo.

El estado peruano se encuentra invirtiendo en el distrito con la generación y creación de proyectos de inversión pública en la región.

El distrito es un sector emergente, asimismo existe un aumento poblacional exponencial desde la fecha de su fundación.

Los sistemas de comunicaciones promueven el acceso a cursos y actualizaciones mediante los cuales los gobiernos regionales capacitan a su personal el cual desarrolla o promueve desarrollo de proyectos en el distrito.

También es viable debido a que cuento con la información necesaria para realizar el trabajo de tesis el cual es facilitado por la municipalidad distrital.

2.5 Limitaciones del Estudio

Los límites del estudio se centran en la infraestructura de comunicaciones por desarrollar en el distrito tomando las condiciones actuales del distrito.

El presente proyecto no se centra en los servicios adicionales que se generan debido a la creación de un sistema de telecomunicaciones para el distrito.

El presente estudio no considera la implementación del mismo, siendo responsabilidad de futuros estudios el de desarrollar un costeo y un metrado de los componentes necesarios para su implementación.

2.6 Objetivos del Proyecto

El objetivo principal del presente trabajo de tesis es el de diseñar un sistema de telecomunicaciones para el mejoramiento de las comunicaciones, vía internet del distrito de CURIMANA-departamento de UCAYALI

2.6.1 Objetivos específicos

Mejorar la calidad de educación en el distrito de Curimana.

Brindar acceso a la población de Curimana a los servicios de internet.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la Investigación

Como uno de los antecedentes se cuenta con la tesis titulada: “ANÁLISIS DE ALTERNATIVA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES PETROPRODUCCIÓN ENLACE DISTRITO QUITO – DISTRITO AMAZÓNICO. (Almeida, 2007)” Presentada por VICTOR VINICIO ROSERO ALMEIDA, la cual es una solución a los problemas de transmisión de datos, optimizándolos por medio del uso de los sistemas microondas para la producción de petróleo, el diseño es utilizado en el distrito de Quito, el cual es un sector amazónico como el que se está presentado en el presente trabajo de tesis.

Otro antecedente es la tesis titulada: “ESTUDIO Y DISEÑO DE UN RADIO ENLACE PARA TRANSMISIÓN DE DATOS, E INTERNET EN FRECUENCIA LIBRE PARA LA COOPERATIVA INDÍGENA ALFA Y OMEGA UTILIZANDO EQUIPOS AIRMAX DE UBIQUITI” (Andrés, 2015) Presentada por VICTOR VINICIO ROSERO ALMEIDA, que se trata principalmente en el diseño de un radio enlace utilizando los equipos AIRMAX DE UBIQUITI en el país de Ecuador, en la ciudad de Quito, que permite la intercomunicación de la cooperativa con sus principales focos de negocio accediendo a sistemas de comunicaciones más complejos, todo manejado desde un asentamiento humano indígena, con el cual se pretende obtener un desarrollo de la comunidad indígena.

También se cuenta con la tesis titulada: “DISEÑO DE RADIOENLACE MICROONDAS ISLA SAN LORENZO – CAMPUS PUCP PARA EL PROYECTO PERU MAGNETO” (Díaz Vargas, 2016) Presentada por Ricardo Erick Díaz Vargas, que se centra en una comunicación parte de un sistema de radio enlaces microondas diseñada para el PERU MAGNETO el cual trata del estudio de los fenómenos electromagnéticos que tiene influencia directa en los sismos, a fin de prevenir cuantiosos daños humanos y materiales futuros producidos por los sismos y temblores.

En la tesis titulada: “DISEÑO DE UNA RED DE TRANSPORTE PARA LA INTEGRACION DE LA REGION MADRE DE DIOS A LA RED TRONCAL DE TELECOMUNICACIONES DEL PERU” (Dávila Quispe, 2014) Presentada por LUIS ANTONIO DAVILA QUISPE, en la cual se desarrolla una red de telecomunicaciones que permite el acceso a la red troncal de telecomunicaciones por medio de fibra óptica que el estado peruano ha estado desarrollando, mediante lo cual se permite una integración logrando el desarrollo de todas las comunidades humanas comprometidas en este proyecto, debido a que la selva peruana a causa de su geografía ha permanecido aislada e inexplorada, siendo su desarrollo relegado a lo largo del tiempo.

Otro trabajo de tesis es él: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN VÍA MICROONDAS ENTRE CARACAS Y BARQUISIMETO PARA COMMOVIL EDC” (Rincones, 2007) Presentada por José Martín Milano Rincones, en la cual se elabora la propuesta de un sistema de Radioenlaces de alta capacidad vía Microondas entre las ciudades de Caracas y Barquisimeto para la empresa Comunicaciones Móviles EDC C.A., donde se estudia y analiza la guía de obtención de habilitaciones generales y sus atributos publicada por CONATEL. Asimismo se estudia y aplica las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para cálculo de Radioenlaces digitales y se evalúan propuestas de fabricantes reconocidos de equipamiento de Radiocomunicaciones.

3.2 Bases Teóricas

Para las bases teóricas se toma en cuenta principalmente las normativas que se tiene en el estado peruano, asimismo se considera los puntos principales de un enlace inalámbrico como es el tipo de enlace a utilizar, ya sea punto a punto, punto a multipunto, multipunto a multipunto, también se realiza el análisis de contar con repetidoras, analizando el terreno en donde se realizará el diseño con los respectivos cálculos, principalmente las

atenuaciones considerando el terreno selva, de igual manera la sensibilidad y confiabilidad del sistema.

Cada país posee un trámite para la consigna de licencias para enlaces de radio de microondas. Estos regulan los transmisores utilizados, y a la vez ofrece protección contra la interferencia que puede obtener el receptor. Los costos de licencia están vinculados con el tamaño del espectro ocupado por la señal y son comúnmente influenciados por los reguladores locales.

En el Perú esto está regulado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) dentro del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias (PNAF). Esta asigna a cada banda servicios primarios, permitidos y secundarios. Los servicios primarios se diferencian de los permitidos en que los servicios primarios serán los primeros en escoger frecuencias.

Las ventajas que posee un servicio primario o permitido son protección y prevención contra interferencia perjudicial por un servicio secundario; sin embargo, los servicios secundarios pueden tener derecho a protección contra interferencias.

3.3 Tipo de Redes

Las redes WAN (Wide Area Network, redes de área extensa) son redes punto a punto que interconectan países y continentes. Al tener que recorrer una gran distancia sus velocidades son menores que en las LAN aunque son capaces de transportar una mayor cantidad de datos. El alcance es una gran área geográfica.

Está formada por una vasta cantidad de computadoras interconectadas, por medio de subredes de comunicación o subredes pequeñas, con el fin de ejecutar aplicaciones, programas, etc.

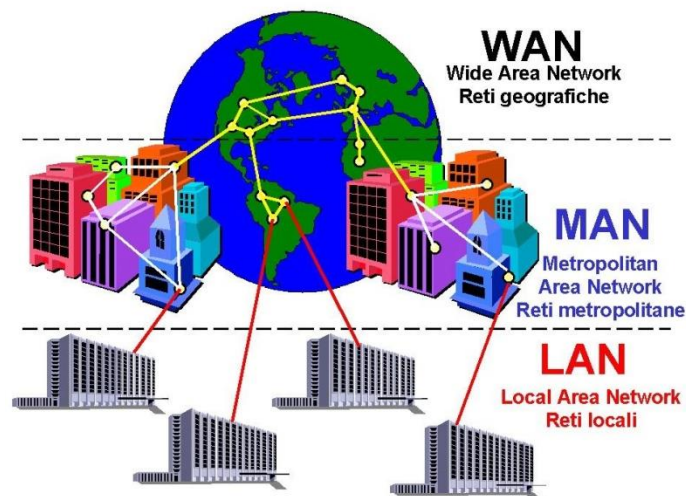
Una red de área extensa WAN es un sistema de interconexión de equipos informáticos geográficamente dispersos, incluso en continentes distintos.

Las redes MAN (Metropolitan Area Network, redes de área metropolitana) , comprenden una ubicación geográfica determinada, y su distancia de cobertura es mayor de 4 Kmts. Son redes con dos buses unidireccionales, cada uno de ellos es independiente del otro en cuanto a la transferencia de datos. Es básicamente una gran versión de LAN y usa una tecnología similar. Puede cubrir un grupo de oficinas de una misma corporación o ciudad, esta puede ser pública o privada. El mecanismo para la resolución de conflictos en la transmisión de datos que usan las MANs, es DQDB.

DQDB consiste en dos buses unidireccionales, en los cuales todas las estaciones están conectadas, cada bus tiene una cabecera y un fin. Cuando una computadora quiere transmitir a otra, si esta está ubicada a la izquierda usa el bus de arriba, caso contrario el de abajo.

Las redes LAN comúnmente, se conectan a redes WAN, con el objetivo de tener acceso a mejores servicios, como por ejemplo a Internet. Las redes WAN son mucho más complejas.

Figura 9: Topología de la RED



Fuente: Fuente especificada no válida.

3.4 IEEE 802.11

IEEE 802.11 es un estándar para redes inalámbricas definido por el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

El estándar IEEE 802.11 es un estándar en continua evolución, debido a que existen muchos grupos de investigación, trabajando en paralelo para mejorar el estándar, a partir de las especificaciones originales.

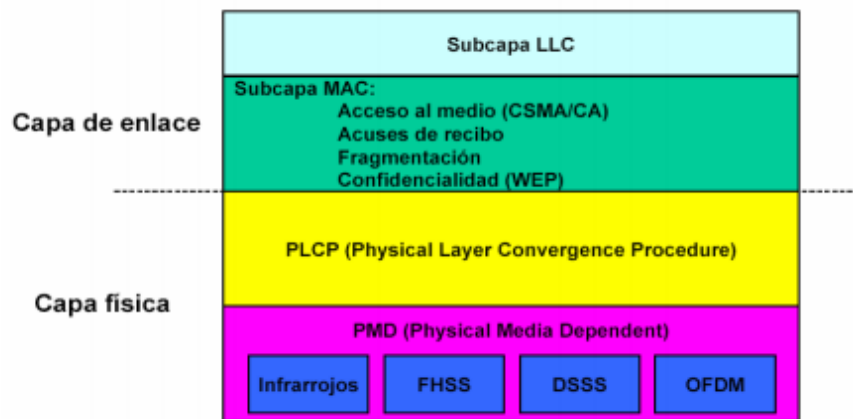
La primera versión del estándar vio la luz en 1997, aunque el comité evaluador fue creado en 1990. Esta versión trata de ofrecer varias formas para interconectar computadoras y otros dispositivos, sin la necesidad de cables.

Esta primera versión de 1997, vista hoy, está obsoleta, pero ha marcado un principio para una tecnología prometedora. Inicialmente, el 802.11 se pensó para redes locales inalámbricas (WLAN) de corto alcance pensadas para entornos SOHO (Small Office – Home Office), pero la necesidad de comunicar dispositivos portátiles a velocidad de transmisión elevada ha llevado a plantear e incluso llevar a la práctica la creación de redes inalámbricas de mayor envergadura.

El estándar IEEE 802.11 se divide en dos capas principales: la capa MAC (Media Access Control) y la capa física o PHY. Estas dos capas permiten hacer una separación funcional del estándar y, lo que es más importante, permite que un único protocolo de datos pueda usarse con distintos métodos de transmisión.

El uso de ondas de radio en la capa física requiere que esta sea relativamente compleja. La 802.11 divide la capa física en dos: la PLCP (Physical Layer Convergence Procedure) que mapea las tramas MAC en el medio y la PMD (Physical Medium Dependent) que se encarga de transmitir las tramas anteriores. La PLCP establece los límites de la capa MAC y física.

Figura 10: Estructura de las capas

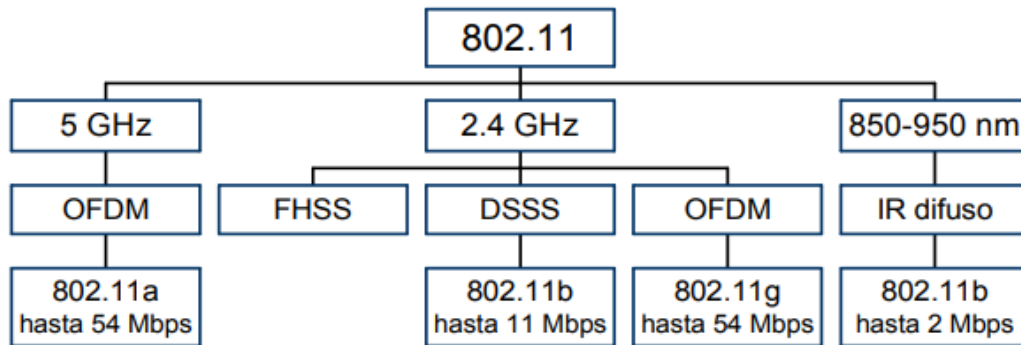


Fuente: (IEEE)

La base de la 802.11 incluye una capa MAC y dos capas físicas, FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) y DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum). Una revisión posterior de la 802.11b, añadirá el uso de luz infrarroja para la capa física. La 802.11 permite el acceso móvil inalámbrico a la red.

En el conjunto de la familia 802.11, que incluye la 802.11b, 802.11a y 802.11g, se nos ofrecen cuatro alternativas en cuanto a tecnología subyacente para poder realizar la red. Ofrece entre otras cosas cuatro capas físicas, por las cuales enviaremos los datos. Las capas físicas son: Infrarrojos (IR), técnicas de espectro ensanchado, ya sea por salto en frecuencias, FHSS, como por secuencia directa, DSSS, o multiplexión por división ortogonal de frecuencia, OFDM.

Figura 11: Diagrama descriptivo de la capa física



Fuente: (IEEE)

Básicamente, el interés por las redes inalámbricas ha posibilitado su rápida evolución y poner en el mercado tres estándares derivados del original, como se ha comentado antes. Los tres estándares derivados que en la actualidad existen en el mercado son:

- 802.11b “Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band” [IEEE802.11b].
- 802.11a “Higher-Speed Physical Layer Extension in the 5 GHz Band” [IEEE802.11a].
- 802.11g “Further Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band” [IEEE802.11g].

Dentro del mercado, el que más aceptación ha tenido es el 802.11b, aunque la velocidad de transmisión máxima (11 Mbps) es inferior a la del 802.11a (54 Mbps). La razón es que debido a que se trabaja a una banda de mayor frecuencia (5 GHz) el alcance es justo la mitad que en el 802.11b que trabaja en la banda de 2,4 GHz. El nuevo estándar 802.11g llega a velocidades de transmisión iguales a las de las redes 802.11a, pero en la misma frecuencia que el estándar 802.11b (2,4 GHz), lo cual hace que pueda llegar a ser muy interesante para el mercado.

3.4.1 Variantes de la IEEE 802.11

Dentro del IEEE 802.11 hay definidos una serie de grupos de trabajo que se encargan de investigar y desarrollar diferentes temas relacionados con la 802.11. Estos grupos son los que se muestran a continuación:

802.11a. Es un estándar también conocido como Wi-Fi5. Su misión es crear un estándar de WLAN en la banda de 5 GHz, capaz de alcanzar tasas de hasta 54 Mbps. Se publicó en el 1999.

802.11b. Es un estándar también conocido como Wi-Fi. Está pensado para WLAN en la banda de 2.4 GHz, con una tasa que alcanza los 11 Mbps. Fue publicada en el 1999.

802.11c. Provee de documentación a la 802.11 sobre procedimientos específicos MAC de la Organización Internacional para la Comisión Electrónica de Estandarización Internacional (ISO/IEC). Su trabajo está concluido.

802.11d. Su misión es definir nuevos requerimientos para la capa física para hacer funcionar la 802.11 en otros países donde no es posible implementar 802.11, por no tener la banda de 2.4 GHz libre o ser más corta.

802.11e. Este grupo trabaja en los aspectos relacionados con la calidad de servicio (QoS o Quality of Service, en inglés). En el mundo de las redes de datos, calidad de servicio significa poder dar más prioridad de transmisión a unos paquetes de datos que a otros, dependiendo de la naturaleza de la información (voz, vídeo, imágenes, etc.).

802.11f. Básicamente, es una especificación que funciona bajo el estándar 802.11g y que se aplica a la intercomunicación entre puntos

de acceso de distintos fabricantes, permitiendo el roaming o itinerancia de clientes.

802.11g. Pretende desarrollar una extensión de la 802.11b, highspeed PHY, capaz de mantener la compatibilidad con la 802.11b. El objetivo inicial de este era alcanzar al menos 20 Mbps y se ha conseguido llegar hasta los 54 Mbps.

802.11h. Una evolución del IEEE 802.11a que permite asignación dinámica de canales y control automático de potencia para minimizar los efectos de posibles interferencias. Este punto es una de las desventajas que tiene IEEE 802.11a frente a su competidor europeo HiperLAN/2 (que también opera en la banda de los 5 GHz).

802.11i. Este estándar permite incorporar mecanismos de seguridad para redes inalámbricas, ofrece una solución interoperable y un patrón robusto para asegurar datos. Mejora los mecanismos de autenticación y seguridad de la 802.11, como es WEP. El sistema sobre el que se está trabajando se conoce como TKIP (Temporal Key Integrity Protocol).

802.1x. Pretende mejorar los mecanismos de seguridad de la 802.11, con los protocolos de seguridad extendida (EAP).

3.5 IEEE 802.11

El estándar WiFi IEEE 802.11n es el próxima generación de tecnología inalámbrica que entrega espectaculares mejoras en confiabilidad, velocidad y rango en comunicaciones 802.11. Cuenta con una velocidad de modulación cerca de seis veces más rápida y una tasa de transferencia de datos de 2 a 5 veces que una antena WiFi 802.11 a/g, mejoras sustanciales en cobertura y calidad de conexión. El WiFi 802.11n fue diseñado para reemplazar por completo la actual tecnología alámbrica (Ethernet) y convertirse en la tecnología dominante en redes de área local.

Las antenas WiFi 802.11n introducen varias mejoras a las capas 802.11 PHY (radio) y MAC que resultan en mejor throughput y confiabilidad para redes inalámbricas.

Entre estas mejoras se incluye:

OFDM Mejorado - Modulación OFDM (Multiplexaje por División de Frecuencias Ortogonales) nueva y más eficiente que provee anchos de banda más amplios y mayores velocidades de datos.

Canales de 40 MHz - 802.11n duplica las velocidades de datos mediante el incremento del ancho de canal de transmisión. En 802.11 a/g el ancho de canal estándar es de 20 MHz y este se ha ampliado a 40 MHz en 802.11n.

Múltiple - Entrada / Múltiple-Salida - Un sistema de radio (transceptor) con múltiples entradas al receptor y múltiples salidas del transmisor capaz de enviar o recibir múltiples cadenas de datos simultáneamente (los radios 802.11 actuales solo pueden enviar/recibir una cadena de datos en una sola antena usada en configuración de diversidad Primaria/Secundaria)

Agregación de Tramas - 802.11n mejora la capa MAC y reduce la transmisión de encabezados ya que permite que varias tramas de datos sean enviadas como parte de una sola transmisión. Adicionalmente reduce el espaciado entre tramas lo cual permite que la transmisión sea completada en menor tiempo, liberando el medio para su uso por otras transmisiones, y así incrementando la eficiencia y throughput de la red.

El estándar 802.11n existe tanto en la banda de 2.4 GHz: 802.11 b/g/n, así como en la de 5 GHz: 802.11 a/n. El modo de operación PCO (Phased Co - existence Operation) le permite a 802.11n cambiar dinámicamente el canal de operación de 40 MHz a 20 MHz mientras se comunica con una antena WiFi 802.11 a/b/g o un dispositivo 802.11n, lo cual se traduce en compatibilidad retroactiva a 802.11 a/b/g.

En la siguiente tabla se muestran las velocidades 802.11a/b/g vs 802.11n:

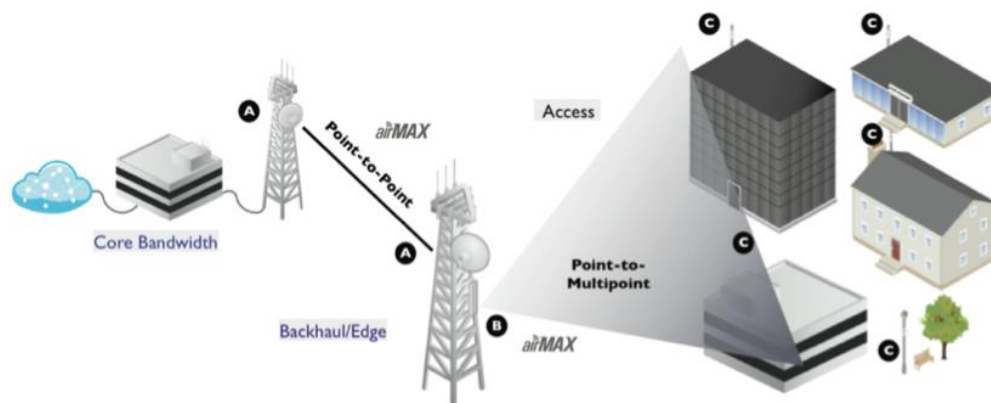
Cuadro 1: Velocidades 802.11

Una cadena de Datos (MCS0-7)				Dos Cadenas de Datos (MCS8-15)		
Velocidades 802.11a/g	Velocidades 802.11n Requeridas (canal de 20 MHz)	Velocidades 802.11n Requeridas (canal de 40 MHz)	Intervalo de Guarda Corta Habilitado	Dos Cadenas	802.11n Velocidad Requerida (canal de 40 MHz)	Intervalo de Guarda Corta Habilitado
6	6.5	13.5	15	13	27	30
9	13	27	30	26	54	60
12	19.5	40.5	45	39	81	90
18	26	54	60	52	108	120
24	39	81	90	78	162	180
36	52	108	120	104	216	240
48	58.5	121.5	135	117	243	270
54	65	135	150	130	270	300

Fuente: (WNI)

Enlaces punto a punto (PTP).-Las redes punto a punto se aplican para un tipo de arquitectura de red específica, en la que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos.

Figura 12: Enlace Punto a Punto



Fuente: (Ubnt)

Enlaces Punto a Punto: Las siguientes son distancias de referencia para los resultados reales dependen de interferencia ambiental, línea de visión, límites EIRP y otros factores.

Los siguientes equipos funcionan a la distancia aproximada mostrada:

Corta Distancia (0-5 km)

- NanoBeam 5AC-16/19: para enlaces cortos, desempeño superior con eficiente tecnología airMAX AC que puede entregar hasta 450 Mbps de rendimiento.
- Loco M: Ideal para enlaces de corta distancia. Solución de bajo costo PtP, con tecnología 802.11n.
- Nano M: Un producto muy popular para enlaces cortos, utilizado con frecuencia para video-vigilancia debido a su capacidad de puerto dual de Ethernet, con tecnología 802.11n.

Distancia Media (5-15 km)

- LiteBeam 5AC-23: Tiene un desempeño superior con tecnología airMAX AC que puede entregar hasta 450 Mbps de rendimiento.
- PowerBeam 5AC: Se recomienda como CPE para distancias más largas, o para enlaces PtP de distancias medias. puede entregar hasta 450 Mbps de rendimiento.
- PowerBeam 5AC ISO: Similar al PowerBeam 5AC para ambientes con mucho ruido.
- LiteBeam M: Ideal para enlaces de bajo rendimiento, en donde la conectividad, las propiedades de carga de viento, o un precio más bajo son más importantes que el desempeño. Un dispositivo MIMO (múltiple entrada múltiple salida) y de tecnología 802.11n.
PowerBeam M: Provee alto desempeño para enlaces de distancias medias.

Larga Distancia (15+ km)

- airFiber 5X + antenas AF-5G: Radios superiores de grado-industrial para largas distancias, capaces de distancias de 200+ kilómetros. Uso sumamente eficiente del espectro, and capaces de entregar hasta 620 Mbps usando solamente 50MHz.
- Rocket 5AC + RocketDish LW: Excelente opción para enlaces de alto rendimiento a largas distancias. Rendimiento de hasta 450Mbps TCP/IP usando 80MHz. Distancias de 100+ kilómetros.
- Backhaul de Alto Rendimiento
- airFiber 24HD: Para un desempeño extremo, airFiber 24HD ofrece hasta 2Gbps de rendimiento real a distancias de 2+ kilómetros en una banda de 24GHz y hasta 1.4Gbps en enlaces menores a los 9 kilómetros. Se puede usar hasta para 20 kilómetros.
- airFiber 24: Para desempeño superior, airFiber 24 entrega hasta 1.4Gbps de rendimiento real a distancias de más de 5 kilómetros en banda de 24GHz. Se puede usar hasta para 13 kilómetros.
- airFiber 5/5U: Desempeño superior ideal para la banda 5GHz band, airFiber 5/5U entrega hasta 1.2Gbps en la banda 5GHz. Se puede usar hasta para 100 kilómetros.

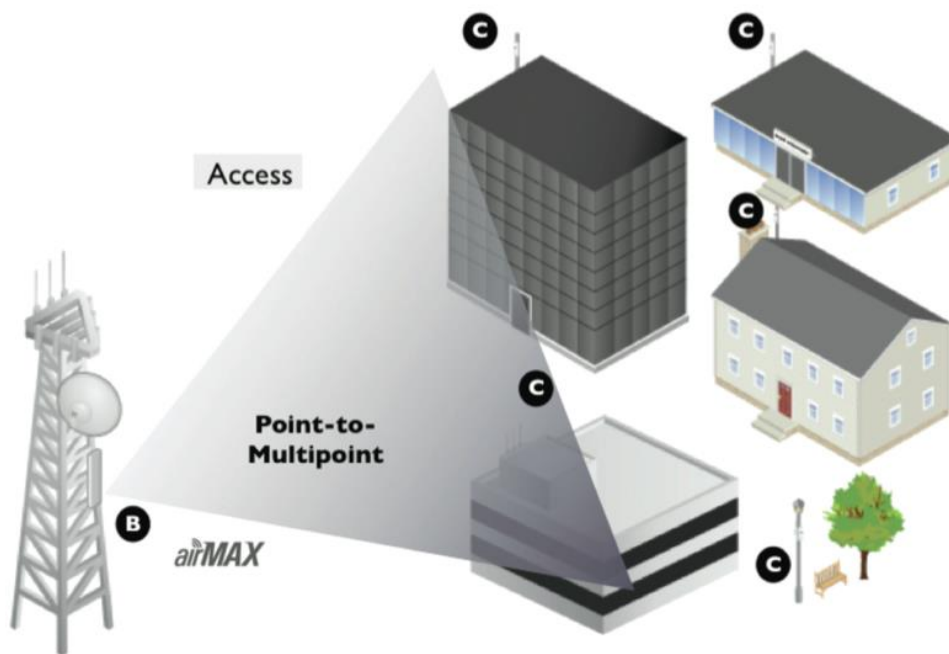
Enlaces punto a multipunto (PMTP).-La conectividad punto multipunto puede trabajar bajo estándares 802.11a / g y IEEE 802.11n que proporcionan un rendimiento varias veces mayor a (802.11a / g). El objetivo primario de los multipuntos es la transmisión de datos, pero también puede transmitir VoIP. Los dispositivos El AP/CPE puede operar con tecnología MIMO 2X2 (2 transmisiones y 2 recepciones). Muchos dispositivos están equipados con antenas de polarización dual que incrementan la confiabilidad, con funciones de radio MIMO que provee una mayor seguridad en la salida real de datos.

Con lo cual se puede implementar coberturas de redes PTP y PMTP en frecuencia de 2.4 Ghz y en frecuencia 5Ghz, con un amplio alcance.

Estación base

Normalmente se encuentra en la parte superior de una torre, edificio o mástil. La altura determinará la máxima cobertura. Al planear la Estación Base, es generalmente ideal planificar una antena con la menor cobertura posible que logre cubrir el área deseada. Antenas con un haz más amplio, cubriendo una zona más amplia, llegando a más estaciones, pueden ser más susceptibles a interferencia, lo que resulta en disminución de escalabilidad y rendimiento.

Figura 13: Enlace Punto Multi - Punto



Fuente: (Ubnt)

Enlaces punto de repetición.-Un repetidor técnicamente trabaja como una estación y un punto de acceso al mismo tiempo, se utiliza para extender la zona inalámbrica tomando la señal de una base de punto de acceso y transmitirla a las áreas no cubiertas. Este tipo de cobertura puede

incrementarse sin una puerta de enlace adicional. El repetidor usualmente requiere una antena omnidireccional y puede ser móvil. Esta solución puede ser para interiores y exteriores. La red extendida puede tener la misma o diferente configuración de seguridad que la base AP.

Enlaces punto de cobertura local.-Las redes Wimax, WIFI, Microondas, empresariales o metropolitanas permiten crear fácilmente redes de zonas de cobertura, en bandas licenciadas y no licenciadas como 2.4 Ghz y 5Ghz. El estándar IEEE 802.11n con el que trabaja permite alcanzar una gran salida de datos para usuarios como una laptop, Smartphone o PDA y es compatible con cualquier cliente con equipo (basado en IEEE 802.11a/b/g). Las zonas de cobertura pueden ser creadas en interiores y exteriores. Las áreas de cobertura VLAN son muy populares en las estaciones petroleras, tiendas, bares, restaurantes, lugares públicos y otros.

Capacidad baja y Estación Base de corta distancia (ideal para entrantes en áreas con baja interferencia)

Rocket M con antena RocketOMNI: hasta 60+ estaciones simultáneas cuando todos los dispositivos son capaces de airMAX, se recomienda sólo para zonas moderadamente/altamente rurales.

Estaciones Base de alta capacidad y alto rendimiento

Rocket 5AC PRISM con Antena Sectorial airMAX AC: sistema de grado industrial para las Estaciones Base del más alto rendimiento. Ocho antenas de 45° para cobertura de 360°. 800+ estaciones por torre. Aprovecha la tecnología airPRISM, lo cual reduce significativamente el ruido co-adyacente.

Rocket 5AC Lite y Antenas Sectoriales de Titanio: solución de alto rendimiento para áreas de mediana a alta densidad. Antenas de haz variable (60-120°) para el crecimiento escalable. 500+ estaciones por torre. Utiliza la más reciente tecnología airMAX AC.

Customer Premise Equipment (CPE)

Corta distancia (0-3 km)

- NanoBeam 5AC-16: opción de menor corto alcance pero de dimensiones pequeñas, especialmente hechas para clientes con mucho interés en la estética.
- NanoBeam 5AC-19: rango ligeramente mayor que el NanoBeam 5AC-19 M y con mayor directiva.

Distancia media (3-7 km)

- LiteBeam 5AC-23: CPE de bajo costo, ancho de haz muy estrecho, y tecnología MIMO. Es el nuevo estándar de industria para CPEs airMAX AC.
- PowerBeam 5AC-300/400: CPE de alta directiva, mejor alcance y menor ruido.

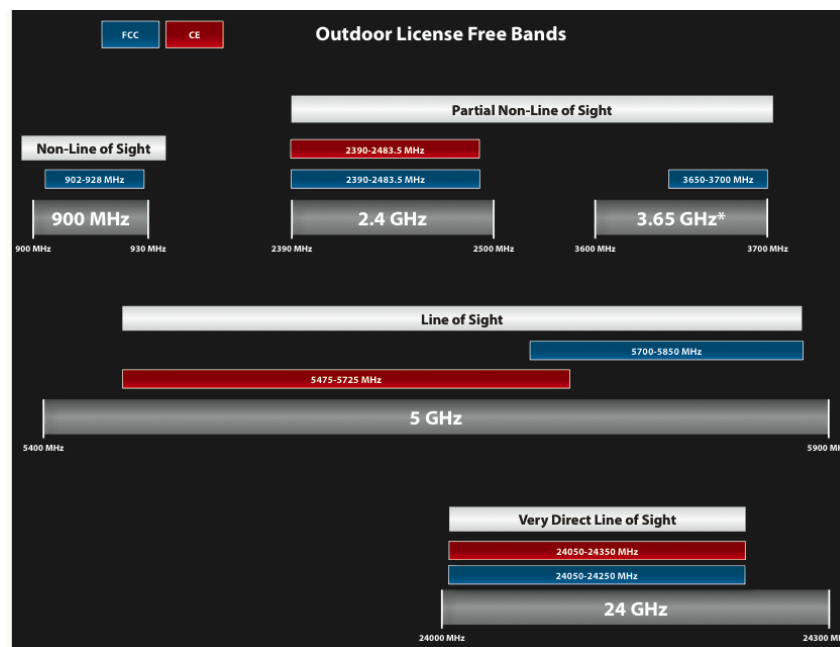
Larga distancia (7+ km)

- PowerBeam 5AC-500/620: dispositivo de mayor energía, antena sumamente directiva, mayor alcance y menor ruido, estéticamente agradable en comparación con platos.
- Rocket 5AC-Lite/PTMP/PTP with RocketDish LW: la opción de mejor desempeño, mayor costo que los diseños integrados, puede ser poco estético como CPE. Soporta accesorios ISOBEAM para mejor aislamiento, el cual viene con cierres RF. Los modelos PtMP y PtP tienen la tecnología airPRISM más reciente para reducir interferencia coadyacente de canales.

3.5.1 Operaciones de Frecuencia

Cada frecuencia tiene diferentes características debido a la física y la utilización. Frecuencias más bajas tienen mejores características de propagación que las frecuencias más altas, y pueden trabajar mejor en ambientes donde la línea de visión está obstruida (árboles). Sin embargo, estas bandas también pueden tener niveles más altos de ruido e interferencia, por lo que es importante seleccionar la frecuencia que funciona mejor en su situación específica.

Figura 14: Bandas de Frecuencia



Fuente: (Ubnt)

900MHz (M900)

Mejor tolerancia de árboles y pequeños obstáculos versus las frecuencias más altas. Usualmente mayores niveles de ruido, Solamente banda de 26MHz.

2,4 GHz (M2)

Sin licencia en todo el mundo, Sólo tiene tres canales 20MHz no solapados (1, 6, 11). Es una banda muy concurrida, hay mucha interferencia de teléfonos inalámbricos, SOHO Wireless Routers, otros WISPs, los canales de 40MHz no son recomendados.

3.x GHz (M3-M365)

El ancho de banda 300MHz en países donde la banda 3.4-3.7 GHz está disponible, libre de ruido en la mayoría de las áreas y solamente ancho de banda 25MHz en países donde 3.65GHz puede ser utilizado., Requiriendo licencia.

5 GHz (M5/AF5/AF5X)

Sin licencia en todo el mundo, tiene Mayores límites de EIRP (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente), permite mayor ganancia de antenas y enlaces de larga distancia.

Tiene una gran cantidad del espectro disponible, es de débil propagación en presencia de obstáculos.

10 GHz (M10)

Es Libre de ruido en la mayoría de los casos, es muy útil cuando la banda de 5,8 GHz está saturada, con una muy pequeña zona de Fresnel, es sólo disponible en algunas áreas normalmente es una banda con licencia que requiere línea de visión perfectamente clara.

3.5.2 Antenas

Las antenas de alta ganancia juegan un papel importante en el wireless externo de alto rendimiento por un par de razones:

La primera es porque proporcionan amplificación de alta ganancia de la potencia de la señal resultando en unas señales más altas con enlaces de mejor calidad.

Y porque son altamente direccionales, lo cual les confiere características de filtros espaciales, que pueden ayudar a bloquear el ruido, lo que es muy importante en entornos ruidosos.

Las antenas se dividen en estas categorías:

Yagi: Directiva, utilizada para aplicaciones de PtP y CPE. Frecuentemente utilizada en frecuencias bajas, como 900 MHz, debido a su tamaño.

Red (Grid): Directiva, utilizada para aplicaciones de PtP y CPE. Excelentes propiedades de carga de viento. Sin embargo, este tipo solo funciona en una polaridad (1x1), por ende un rendimiento más bajo que antenas 2x2 (plato, tablero, etc.)

Panel: Directiva, utilizada para aplicaciones de PtP y CPE. Diseño compacto es muy atractivo en situaciones donde los platos no son preferibles.

Plato (Dish): La antena airMAX más directiva, de más alto rendimiento para aplicaciones PtP. Generalmente más grande y más pesada.

Omni: Proporciona 360 grados de cobertura horizontal (omni-direccional). Ideal para aplicaciones de APs de baja capacidad y cobertura amplia.

Figura 15: Antena

Fuente: (Ubnt)

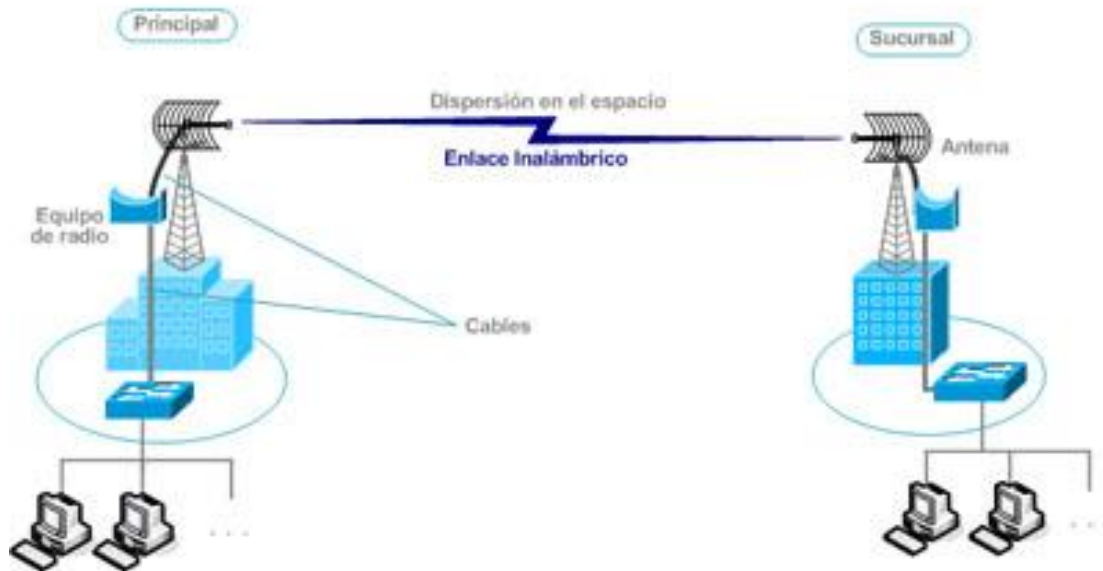
Sector: Opción ideal para Estaciones Base de alto rendimiento. Ofrece mayor ganancia y directividad que las antenas omni-direccionales. Generalmente se ofrecen en opciones de 45, 60, 90 o 120 grados.

3.6 Parametros para los enlaces inalámbricos

Un radioenlace es la técnica que permite el intercambio de información entre dos puntos geográficos, entre los cuales se usan las ondas electromagnéticas para lograr la transmisión y recepción.

Para el correcto funcionamiento de cualquier enlace inalámbricos se debe tener en cuenta parámetros como: Perfil topográfico, factor K, Zona de Fresnel, Perdidas, Ganancias, Potencias de recepción y transmisión, desvanecimiento, margen de desvanecimiento, confiabilidad y disponibilidad.

Figura 16: Radio enlace
Sistema de Radio - Enlace



Fuente: (Videovigilancia digital)

3.6.1 Perfil topográfico

Nos permite observar la altitud del relieve del terreno en relación con la distancia de los puntos. Tradicionalmente los perfiles se realizaban a partir de mapas topográficos de la región donde se deseaba analizar, estos mapas son provistos por el IGN (Instituto Geográfico Nacional). Actualmente los mapas topográficos provistos son realizados mediante fotos tomadas por los satélites geostacionarios, están disponibles para toda persona que quiera realizar un radioenlace.

3.6.2 Factor K: radio equivalente de la tierra

A pesar de que la energía electromagnética tiende a viajar en línea recta, usualmente se curva hacia la tierra debido a la refracción atmosférica. Para evitar usar las trayectorias curvas se sustituye la tierra real de radio R_0 , por una tierra ficticia de radio equivalente, que es igual a una constante por el radio real de la tierra R_0 , $R_{eq} = KR_0$ donde no existe variación en su índice de refracción.

En condiciones atmosféricas normales, k varía desde 1.2 para regiones elevadas y secas, $4/3$ para zonas mediterráneas y 2 o 3 para zonas costeras húmedas.

Para emular una trayectoria recta de propagación se debe corregir todos los puntos de perfil topográfico, el factor de corrección se calcula con la siguiente ecuación:

$$h_c = \frac{d_1 \times d_2}{2 \times k \times R}$$

Donde:

h_c = Cambio de la distancia vertical desde una línea horizontal de referencia

d_1 = Distancia desde un punto hasta uno de los extremos del trayecto.

d_2 = Punto anterior hasta el otro extremo del trayecto.

$R_0 = 6370000$ [m]

La altura corregida será igual a:

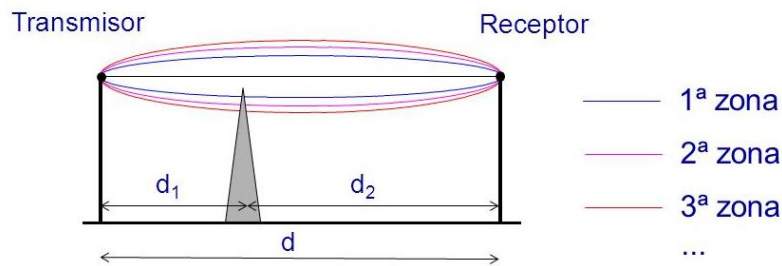
$$H = h_i + h_c \text{ [m]}$$

3.6.3 PRIMERA ZONA DE FRESNEL

Las zonas de fresnel son elipsoides que rodean la trayectoria directa entre el transmisor y el receptor. La primera zona de fresnel (región que encierra a la primera elipsoide), contiene la mayor cantidad de potencia destinada al receptor; las demás zonas tienen menor efecto en cuanto a pérdidas.

Figura 17: Zona de Fresnel

Zonas de Fresnel



Radio de la enésima zona de Fresnel: $R_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d}}$

Determinan diferentes contribuciones al campo total

La más importante es la primera: $R_1(m) = 548 \sqrt{\frac{d_1(km)d_2(km)}{f(MHz) \cdot d(km)}}$

Fuente: (Comunicaciones Móviles)

Para establecer las zonas de Fresnel, Primero se debe determinar la línea de vista entre la antena transmisora y la receptora. El radio de la sección transversal de la primera zona de fresnel tiene su máximo en el centro del enlace, en este punto el radio R1 se calcula con la siguiente formula:

$$R1 = 547.7 * \text{raíz} [(d1*d2)/f*d]$$

Dónde:

f = Frecuencia en [Mhz]

$R1$ = Radio de la primera zona de Fresnel [Km]

$d1$ = Distancia desde el transmisor hasta donde se evaluara el enlace.
[Km]

$d2$ = Distancia desde el punto anterior hasta el receptor [Km]

$d = d1 + d2$ = Distancia total del enlace [Km]

3.6.4 Perdidas por espacio libre

Las pérdidas por espacio libre de una onda electromagnética se define como las pérdidas que se obtendría entre dos antenas, donde no hay influencia de la tierra ni obstrucciones, es decir que el canal de RF está libre de cualquier obstáculo que pueda afectar la propagación. Depende únicamente de la frecuencia y la distancia de separación de los equipos dada por:

$$LEo = 92.4 + 20 \log (f) + 20 \log (d)$$

Dónde:

LEo = Perdida por espacio libre [dB]

d = Distancia entre el transmisor y el receptor [Km]

f = Frecuencia a la cual se propaga la onda electromagnética [Ghz]

3.6.5 Perdida por Hidrometeoros

Los hidrometeoros (nieve, granizo y lluvia) producen una atenuación que puede considerarse plana dentro de la banda del canal de microondas.

- Pérdidas o atenuación por la nieve

Solo tiene importancia a frecuencias muy altas, es decir carece de influencia por debajo de los 50 Ghz.

- Pérdidas o atenuación por el granizo

Es importante por encima de los 2 Ghz pero el porcentaje de ocurrencia es tan reducido que no se le considera en el cálculo.

- Pérdidas o atenuación por lluvia

Las pérdidas por atenuación por lluvia, los efectos de la lluvia se aprecian a frecuencias mayores a los 5 Ghz y produce atenuación, absorción y dispersión de la onda.

La atenuación específica se obtiene a partir de la intensidad de la lluvia mediante la ley exponencial.

$$YR = K * R L$$

Las constantes K y L dependen de la frecuencia y la polarización.

Coeficientes K y L para distintos valores de frecuencia y polarización

FRECUENCIA [GHz]	Kh	Kv	Lh	Lv
------------------	----	----	----	----

40.00065	0.000591	1.121	1.075
60.00175	0.00155	1.308	1.265
70.00301	0.00301	1.332	1.312
80.00454	0.00454	1.327	1.31

La UIT-R da valores del Índice de precipitación R para diferentes porcentajes de tiempo y zonas hidrometeorológicas. El índice de precipitación R0.01 superado durante el 0.01% del tiempo (en un intervalo de tiempo de integración de 1 mm.). Valor que para la zona de Perú según la Recomendación UIT – R P. 837 es igual a 100mm/h.

Una estimación de la atenuación viene dada por la siguiente fórmula:

$$A_{0.01} = YR * L_{ef}$$

Donde

$$L_{ef} = d / (1 + d/d_0)$$

L_{ef} = Es calculado utilizando la siguiente ecuación:

d = Distancia del Trayecto

d₀ = Es calculado utilizando la siguiente ecuación:

$$d_0 = 35 * e^{-0.0015 R_{0.01}}$$

3.6.6 Desempeño del Sistema

El desempeño de las redes inalámbricas, se ve influenciado por las características de sus puntos de acceso, como son la ganancia, pérdidas, ubicación y potencia de transmisión. Por esta razón es muy importante realizar una planeación cuidadosa de estas características para optimizar los recursos que tienen y brindar una mejor calidad de servicio, ya que estos dispositivos usualmente representan la mayor inversión en el montaje de una red.

La potencia nominal de recepción consiste en restar la potencia de transmisión las atenuaciones del circuito, teniendo en cuenta las ganancias de las antenas y las perdidas en el trayecto de propagación

$$PRX = PTX - LTX + GTX - LEO - ALL + GRX - LRX$$

Dónde:

PTX = Potencia de salida del transmisor [dB]

LTX =Perdidas de la guía de onda en el transmisor [dB]

GTX =Ganancia de la antena de transmisión [dB]

LEO =Perdidas por espacio libre [dB]

ALL =Perdidas por atenuación por lluvia [dB]

GRX=Ganancia de la antena de Recepción [dB]

LRX =Perdidas de la guía de onda en el Receptor [dB]

3.6.7 Umbral del Receptor

El umbral del receptor es la mínima potencia con la que el receptor puede operar y debe estar siempre sobre el nivel de equilibrio para que no interfiera. Mientras menor es el umbral el equipo es más sensible.

3.6.8 Margen de Desvanecimiento

El margen de desvanecimiento es uno de los factores más importantes que determinan el desempeño de los sistemas de microondas. Este margen es la reserva de potencia que dispone el receptor para contrarrestar los efectos de desvanecimientos atmosféricos cualquiera que sea su origen.

Se interpreta como la diferencia entre la potencia nominal del receptor y la potencia umbral del receptor.

$$MD = PRX - URX$$

Es decir si normalmente la entrada de las señales esta en el receptor a un nivel de potencia de - 50 dB y la sensibilidad del receptor es de - 103 dB el margen de desvanecimiento será $[-50-(-103)] = 47$ dB para mantener el BER máximo. Si el desvanecimiento es superior a los 47 dB se sobrepasaran los límites del BER, pues el nivel de la potencia recibida será inferior a la sensibilidad del receptor.

El nivel de protección contra el desvanecimiento depende de la distancia, del clima y el terreno. Todo para mantener la confiabilidad especificada. Tal como muestra la siguiente ecuación:

$$FM = 30 \log d + 10 \log (6 \cdot A \cdot B \cdot f) - 10 \log (1 - R) - 70$$

Dónde:

d = Distancia del trayecto [Km]

f = Frecuencia de operación [GHz]

$(1 - R)$ = Objeto de calidad (Confiabilidad)

A = Factor de rugosidad del terreno

B = Factor climático para convertir la Probabilidad del peor mes a probabilidad anual.

Los valores de los factores A y B

Factor Valor Condiciones

A	4	Terreno muy liso Incluso sobre agua
	1	Terreno promedio con alguna rugosidad
	$\frac{1}{4}$	Terreno montañoso muy rugoso
B	$\frac{1}{2}$	Grandes lagos, áreas húmedas o áreas calientes o similares
	$\frac{1}{4}$	Áreas continentales promedio
	$\frac{1}{8}$	Áreas montañosas o muy secas

Para que un radio enlace tenga un buen desempeño debe cumplir con la siguiente condición:

$$MD \geq FM$$

3.6.9 Confiabilidad del Sistema

Para calcular la confiabilidad del sistema de radioenlace se debe calcular la no disponibilidad de una trayectoria de la siguiente ecuación:

$$Pr = 2.3 * 10^{-6} * f * d * 10^{-MD/10}$$

Dónde:

d = Distancia del trayecto [Km]

f = Frecuencia del enlace [Ghz]

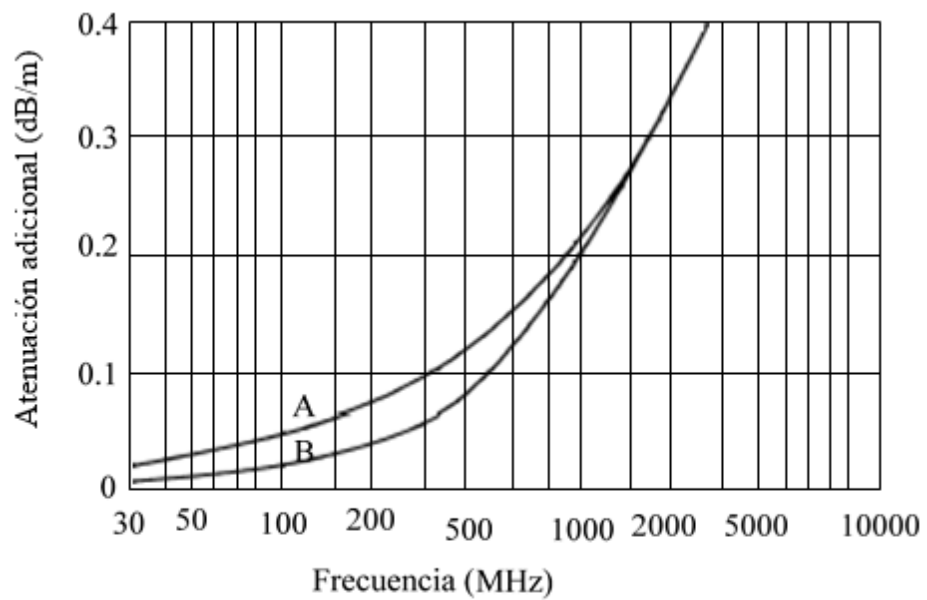
MD = Margen de desvanecimiento [dB]

El porcentaje de disponibilidad de un enlace se calcula:

$$\% \text{ disponibilidad} = (1 - Pf) * 100$$

3.6.10 Atenuación por Vegetación

Cuando el receptor de un sistema de radiocomunicación se encuentra en el interior de un terreno boscoso, hay una pérdida adicional por penetración de las ondas a través de él. La recomendación UIT R PN 833 facilita las curvas que proporcionan la atenuación por unidad de longitud, en función de la frecuencia y de la polarización. Las curvas representan un promedio aproximado para todos los tipos de bosque, en frecuencia y de polarización. Las curvas representan un promedio aproximado para todos los tipos de bosque, en frecuencias de hasta 3,000MHz. Cuando la atenuación adicional es alta (por ejemplo, superior a 30dB), debe considerarse la posibilidad de difracción, en obstáculo agudo o el modelo de tierra esférica.

Figura 18: Atenuación por vegetación

A: Polarización vertical

B: Polarización horizontal

Fuente: Fuente especificada no válida.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

El sistema de radio enlace que se realizó para el distrito de Curimaná contiene enlaces inalámbricos, con los cuales se lograra comunicar dentro del distrito.

Los radio enlaces a ser desarrollados cuentan con los parámetros necesarios para su buen funcionamiento como son establecer la línea de vista, verificar los parámetros técnicos y operativos necesarios para el buen funcionamiento del sistema, también se tiene que considerar la calidad del servicio que se está brindando para establecer una calidad de servicio optima que establezca una tasa alta de transmisión de datos y una buena calidad en lo que respecta al señal a ruido, para de esta manera evitar caídas en el sistema.

4.2 Ubicación de los lugares a enlazar:

Para realizar el diseño se tomara en cuenta los principales centros de interés como son:

La municipalidad de CURIMANA, la comisaría del distrito de CURIMANA, y el centro educativo I. E. de secundaria que recibió donativos de computadoras donadas por parte del estado, las cuales si bien se encuentran funcionando, no cuentan con el acceso a internet, que fue inicialmente parte del proyecto que inicio el estado peruano en apoyo a al distrito de CURIMANA.

Figura 19: Municipalidad de CURIMANA



Fuente: Fuente especificada no válida.

En la siguiente figura se muestra la comisaria de CURIMANA, la cual es el segundo punto de interés a ser comunicado en la red de comunicaciones.

Figura 20; Comisaria de CURIMANA



Fuente:Fuente especificada no válida.

En la siguiente figura se muestra la Institución Educativa I.E. SECUNDARIA CURIMANA, la cual es la institución educativa la cual recibió el donativo de computadoras por parte del estado peruano.

Figura 21: Colegio CURIMANA



Fuente: Fuente especificada no válida.

A continuación se muestra una foto de los alumnos de la institución educativa CURIMANA cuando recibieron las computadoras.

Figura 22: Entrega de Computadoras



Fuente: Fuente especificada no válida.

4.3 Diseño de los enlaces inalámbrico

Para la elaboración de la simulación de los enlaces inalámbricos se consideró el programa brindado por AIRMAX de UBIQUITI, donde ingresamos los datos de la estación central que consideraremos, para lo cual se ha seleccionado el lugar más alto como punto de referencia.

En la figura siguiente se muestra la estación central de AIRMAX, la cual cuenta con líneas de vista, además en la figura se puede visualizar el área de cobertura que se obtiene al establecer nuestra antena en el punto seleccionado en el cual se está considerando la atenuación por bosques.

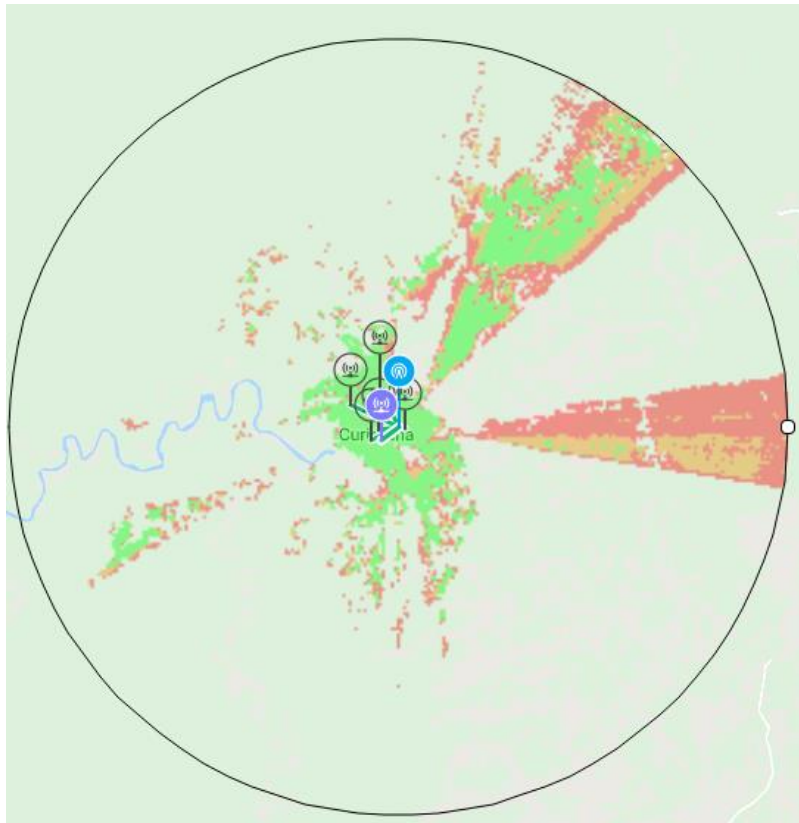
Figura 23: Vista satelital desde AIRMAX



Fuente: Elaboración Propia

Para un mejor análisis en el diseño se debe considerar también la utilización de la misma información con respecto a los parámetros establecidos, pero esta vez en un mapa donde no se considere el bosque sino que se muestre los niveles del terreno, para determinar si la ubicación seleccionada es óptima.

Figura 24: Vista Sin considerar la vegetación.



Fuente: Elaboración Propia

A continuación desarrollaremos cada uno de los enlaces inalámbricos propuestos para el diseño, inicialmente se consideraran la municipalidad, la comisaria y los centros educativos que cuenten con material educativo (laptops o computadoras).

4.3.1 Enlace torre municipalidad

Comenzando por el enlace inalámbrico entre la municipalidad del distrito con nuestra torre, la cual se ha considerado que cuente con una altura inicial de 26 metros, mientras que la antena receptora se encuentra a una altura de 12 metros, sin embargo la altura de la antena de la municipalidad podría estar ubicada solo a dos metros sobre el nivel del terreno y obtendría una buena recepción de la señal, pero debido a la consideración del crecimiento de arbustos, así como

la construcción futura de edificios, se considera una altura de antena de 12 metros.

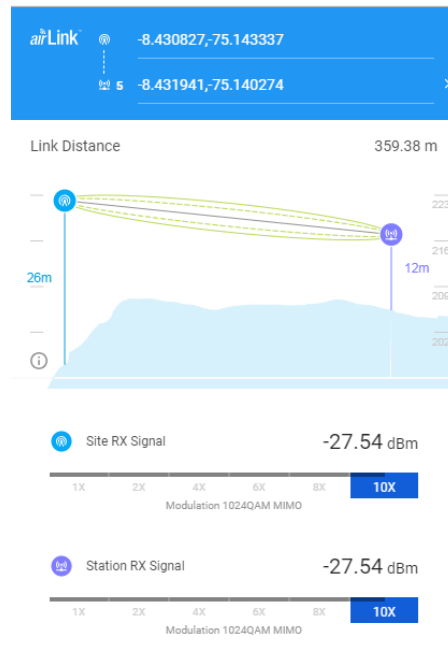
Figura 25: Enlace Torre - Municipalidad



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestran los datos tanto para la ganancia de la antena, distancia entre los enlaces altura de las torres, potencia transmitida y potencia recibida, cabe resaltar que los contrastes matemáticos se realizaran en la tesis.

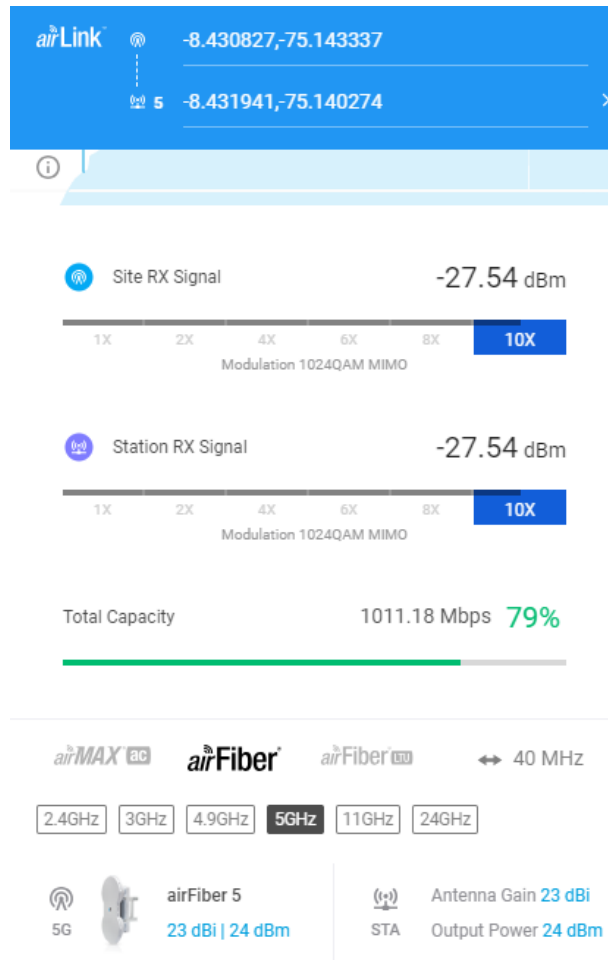
Figura 26: Datos del enlace Torre - Municipalidad



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se muestra la frecuencia, los equipos utilizados, así como la tasas de transmisión soportada por los equipos.

Figura 27: Capacidad de transmisión



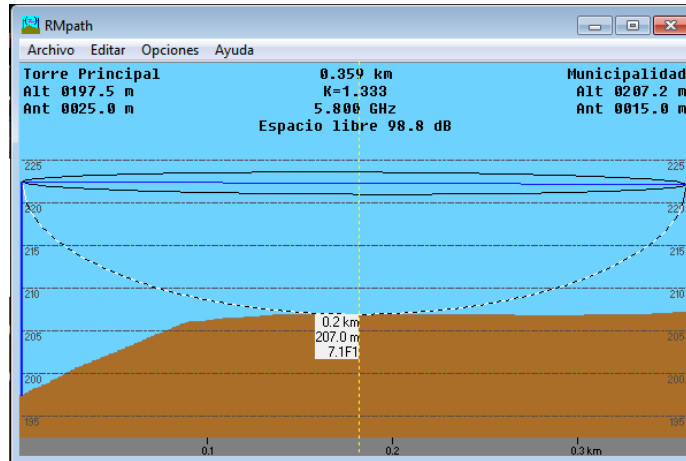
Fuente: Elaboración Propia

El primer paso para un buen diseño es verificar que para todos los enlaces se garantice la primera zona de Fresnel, el paso siguiente es el cálculo de los requerimientos del sistema para un correcto funcionamiento. El funcionamiento de un sistema microondas digital es evaluado en base al porcentaje de tiempo; cuando el sistema es considerado en condiciones “fuera de servicio”; La ocurrencia y la

duración de esta condición dependen de varios factores tales como desvanecimiento en la propagación y la confiabilidad.

A continuación se muestra el cálculo realizado para la primera zona de fresnel utilizando como herramienta el programa radio mobile.

Figura 28: Primera zona de Fresnel Torre- Municipalidad



Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 Diseño de los Parametros para el Transmisor Torre - Municipalidad.

La potencia requerida en por el transmisor está relacionada con la potencia de llegada en el receptor, considerando las pérdidas totales en propagación: La ecuación está definida por:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

L_{TX} y L_{RX} corresponde a las pérdidas producidas por la guía de onda, siendo el medio físico que acopla el equipo de radio a la antena: las pérdidas producidas por estas dependen del tipo y la longitud del cable, se calcula usando los datos provistos por los fabricantes. Para la frecuencia de 5.8 GHz se utilizará la guía de onda de sección circular LMR – 900 de Microwave System, con una atenuación de 16 dB/100 m

Consideramos la utilización de 1.5 m de guía de onda para las conexiones tanto en el transmisor como en el receptor con su respectiva antena, para lo cual:

$$L_{TX} = L_{RX} = (16 \text{ dB}/100\text{m}) * 1.5\text{m}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = 0.24 \text{ [dB]}$$

En la práctica se debe considerar, que en ciertas estaciones las antenas ya vienen integradas, para estos casos no se debe tomar en cuenta las pérdidas producidas por las guías de onda.

Las ganancias de las antenas se consideran G_{TX} y G_{RX} para considerar los valores de ganancia de antenas, se considera que las antenas no son omnidireccionales, sino que concentran la energía en determinadas direcciones. Para la frecuencia de 5.8 Ghz las ganancias varían entre 14 dBi y 23 dBi.

Por lo tanto para mi diseño tomo el valor de 18 dBi tanto para transmisión como para recepción

$$G_{TX} = G_{RX} = 18 \text{ dBi}$$

Para el cálculo de las pérdidas por espacio libre se tomara en cuenta la distancia del enlace que es de 0.359 Km.

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (f) + 20 \log (d)$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (5.8) + 20 \log (0.359)$$

$$L_{EO} = 98.77 \text{ [dB]}$$

En el cálculo se debe de considerar la indisponibilidad por lluvia para lo cual se requiere información sobre la región geográfica, frecuencia y distancia del enlace.

$$A_{LL} = Y_R * L_{ef}$$

$$Y_R = k * R^L$$

Dónde:

$R_{0.01} = 100$ mm/h (Para la zona del Ecuador según la recomendación UIT-R P.837)

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = 0.00175 * 100^{1.308}$$

$$Y_R = 0.723$$

$$L_{ef} = d / (1 + d/d_0)$$

$$L_{ef} = 0.343$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 R_{0.001}}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 * 100}$$

$$d_0 = 7.81$$

Al remplazar d_0 en la ecuación L_{ef} obtenemos:

$$L_{ef} = 0.359 / (1 + 0.359 / 7.81)$$

$$L_{ef} = 0.342$$

Por lo tanto la atenuación por lluvia para el enlace será igual a:

$$A_{LL} = 0.723 * 0.342$$

$$A_{LL} = 0.248$$

Conociendo el margen de desvanecimiento y la potencia umbral se recepción se podría calcular la potencia de recepción de la siguiente manera:

$$MD = P_{RX} - U_{RX}$$

El valor mínimo de potencia umbral de recepción U_{RX} que presentan los fabricantes en sus equipos varían entre 72 y 103 dBm; para los cálculos se tomara el valor de -72dBm.

El valor de margen de desvanecimiento MD que se asume para este caso es de 15 dB; el cual corresponde a un margen para un enlace que pasa por la ciudad, el cual determinara el nivel de la señal que se tendrá en el receptor.

Bajo estas dos condiciones se realizara el cálculo de la potencia de recepción:

$$P_{RX} = -72 + 15$$

$$P_{RX} = -57$$

Con los valores obtenidos anteriormente se procede al cálculo de P_{TX} mínima necesaria para estas condiciones.

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$-57 = P_{TX} - 0.24 + 18 - 98.77 - 0.24 + 18 - 0.24$$

$$P_{TX} = 6.49 \text{ [dBm]}$$

Obteniendo una potencia mínima para que nuestro sistema funcione adecuadamente con un porcentaje de disponibilidad de 99.999985% con una potencia de 6.49 dBm.

Luego de realizar los cálculos correspondientes para que el radioenlace trabaje óptimamente, se resume los valores obtenidos y las especificaciones del equipo a usar en la siguiente tabla.

Tabla 1: Parámetros para el Transmisor

Frecuencia de operación:	5.8 [Ghz]
Potencia de Tx	6.49 dBm
Ganacia de la Antena de Tx	18 dBi
Ganacia de la Antena de Rx	18 dBi
Umbral de Recepción:	-72 dBm

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Enlace Torre - Comisaria

Se continuara con el enlace entre la torre y la comisaría del distrito, el cual cuenta con una altura de 12 metros, de la misma manera considerando el crecimiento de los bosques, y la obstrucción futura de nuevas edificaciones realizadas en el distrito.

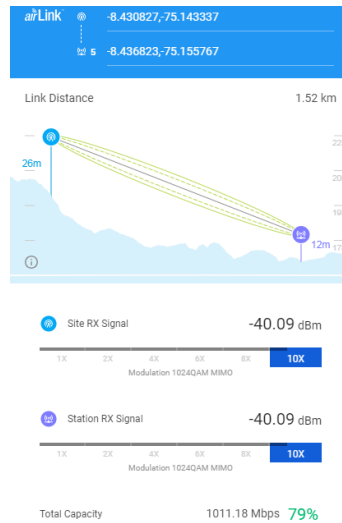
Figura 29: Enlace Torre - Comisaria



Fuente: Elaboración Propia

Como en la parte anterior se muestra la frecuencia, los equipos utilizados, así como la tasas de transmisión soportada por los equipos.

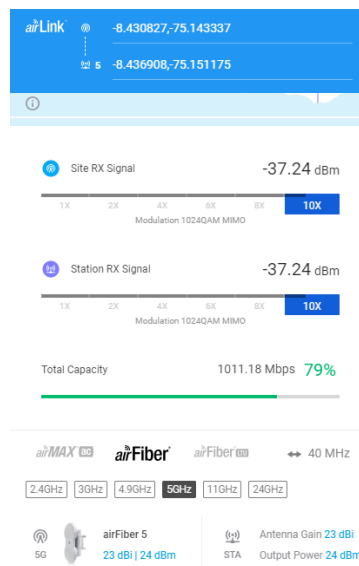
Figura 30: Datos del enlace Torre - Comisaria



Fuente: Elaboración Propia

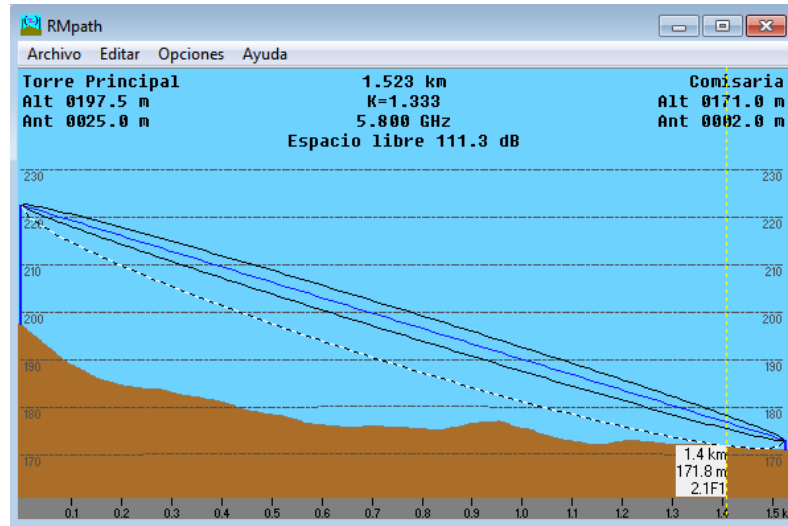
Igualmente se muestra la frecuencia, los equipos utilizados, así como la tasas de transmisión soportada por los equipos.

Figura 31: Capacidad de transmisión



Fuente: Elaboración Propia

Figura 32: Primera zona de Fresnel Torre- Comisaria



Fuente: Elaboración Propia

4.3.4 Diseño de los Parametros para el Transmisor Torre - Comisaria.

Se considera la misma ecuación:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - ALL + G_{RX} - L_{RX}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = (16 \text{ dB}/100\text{m}) * 1.5\text{m}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = 0.24 \text{ [dB]}$$

$$G_{TX} = G_{RX} = 18 \text{ dBi}$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (f) + 20 \log (d)$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (5.8) + 20 \log (1.523)$$

$$L_{EO} = 11.32 \text{ [dB]}$$

$$ALL = Y_R * L_{ef}$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = 0.00175 * 100^{1.308}$$

$$Y_R = 0.723$$

$$L_{ef} = d / (1 + d/d_0)$$

$$L_{ef} = 1.274$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 R^{0.001}}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 * 100}$$

$$d_0 = 7.81$$

Al remplazar d_0 en la ecuación L_{ef} obtenemos:

$$L_{ef} = 1.523 / (1 + 1.523 / 7.81)$$

$$L_{ef} = 1.274$$

Por lo tanto la atenuación por lluvia para el enlace será igual a:

$$A_{LL} = 0.723 * 1.274$$

$$A_{LL} = 0.921$$

$$MD = P_{RX} - U_{RX}$$

$$P_{RX} = -72 + 15$$

$$P_{RX} = -57$$

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$-57 = P_{TX} - 0.24 + 18 - 111.32 - 0.92 + 18 - 0.24$$

$$P_{TX} = 19.72 \text{ [dBm]}$$

Tabla 2: Parámetros para el Transmisor

Frecuencia de operación:	5.8 [Ghz]
Potencia de Tx	19.72 dBm
Ganacia de la Antena de Tx	18 dBi
Ganacia de la Antena de Rx	18 dBi
Umbral de Recepción:	-72 dBm

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Enlace Torre – Colegio Curimana

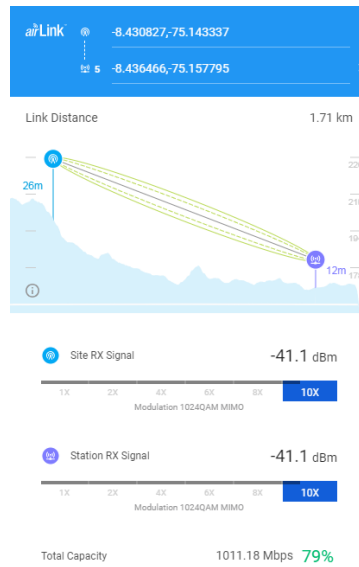
El tercer enlace se realizó entre la torre y el colegio Curimana, el cual es el más grande y emblemático del distrito, el cual cuenta con una altura de 12 metros, de la misma manera considerando el crecimiento de los bosques, y la obstrucción futura de nuevas edificaciones realizadas en el distrito.

Figura 33: Enlace Torre – Primer Colegio Curimana

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se muestra la frecuencia, los equipos utilizados, así como la tasas de transmisión soportada por los equipos.

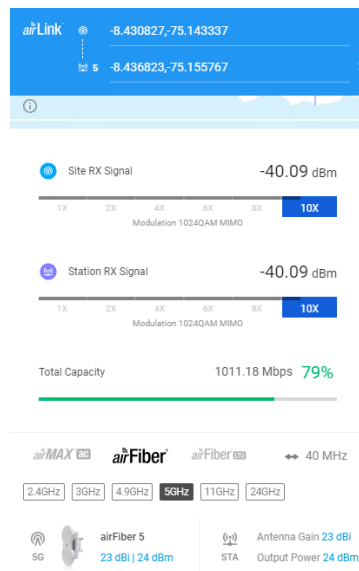
Figura 34: Datos del enlace Torre – Primer Colegio Curimana



Fuente: Elaboración Propia

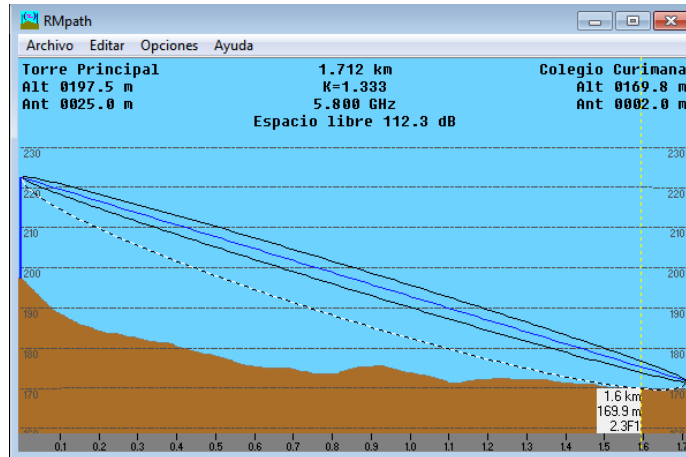
En la siguiente figura se muestra la frecuencia, los equipos utilizados, así como la tasas de transmisión soportada por los equipos.

Figura 35: Capacidad de transmisión



Fuente: Elaboración Propia

Figura 36: Primera zona de Fresnel Torre- Colegio CURIMANA



Fuente: Elaboración Propia

4.3.6 Diseño de los Parametros para la Torre – Colegio CURIMANA.

Se considera la misma ecuación:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = (16 \text{ dB}/100\text{m}) * 1.5\text{m}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = 0.24 \text{ [dB]}$$

$$G_{TX} = G_{RX} = 18 \text{ dBi}$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (f) + 20 \log (d)$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (5.8) + 20 \log (1.712)$$

$$L_{EO} = 112.34 \text{ [dB]}$$

$$A_{LL} = Y_R * L_{ef}$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = 0.00175 * 100^{1.308}$$

$$Y_R = 0.723$$

$$L_{ef} = d / (1 + d/d_0)$$

$$L_{ef} = 1.404$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 R^{0.001}}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 * 100}$$

$$d_0 = 7.81$$

Al remplazar d_0 en la ecuación L_{ef} obtenemos:

$$L_{ef} = 1.712 / (1 + 1.712 / 7.81)$$

$$L_{ef} = 1.404$$

Por lo tanto la atenuación por lluvia para el enlace será igual a:

$$A_{LL} = 0.723 * 1.404$$

$$A_{LL} = 1.015$$

$$MD = P_{RX} - U_{RX}$$

$$P_{RX} = -72 + 15$$

$$P_{RX} = -57$$

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$-57 = P_{TX} - 0.24 + 18 - 111.32 - 0.92 + 18 - 0.24$$

$$P_{TX} = 20.83 \text{ [dBm]}$$

Tabla 3: Parámetros para el Transmisor

Frecuencia de operación:	5.8 [Ghz]
Potencia de Tx	20.83 dBm
Ganacia de la Antena de Tx	18 dBi
Ganacia de la Antena de Rx	18 dBi
Umbral de Recepción:	-72 dBm

Fuente: Elaboración propia

4.3.7 Enlace Torre – Colegio Santa Rosa

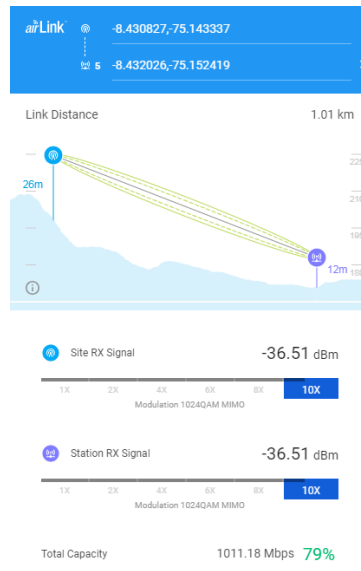
El cuarto enlace se realizó entre la torre y el colegio Santa Rosa de Lima, el cual es el segundo colegio más grande de CURIMANA, la distancia del enlace es de 1.1Km, la antena se ubicara a una altura de 12 metros, de la misma manera considerando el crecimiento de los bosques, y la obstrucción futura de nuevas edificaciones realizadas en el distrito.

Figura 37: Enlace Torre – Colegio Santa Rosa

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se muestra la frecuencia, los equipos utilizados, así como la tasas de transmisión soportada por los equipos.

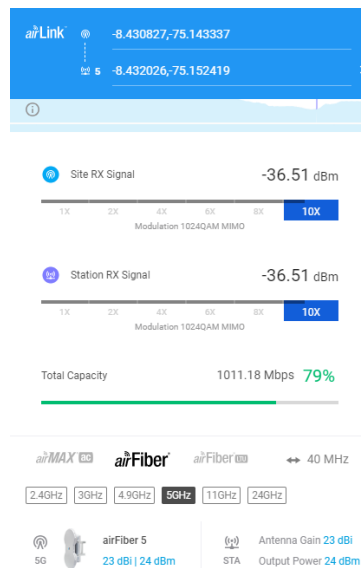
Figura 38: Datos del enlace Torre – Colegio Santa Rosa



Fuente: Elaboración Propia

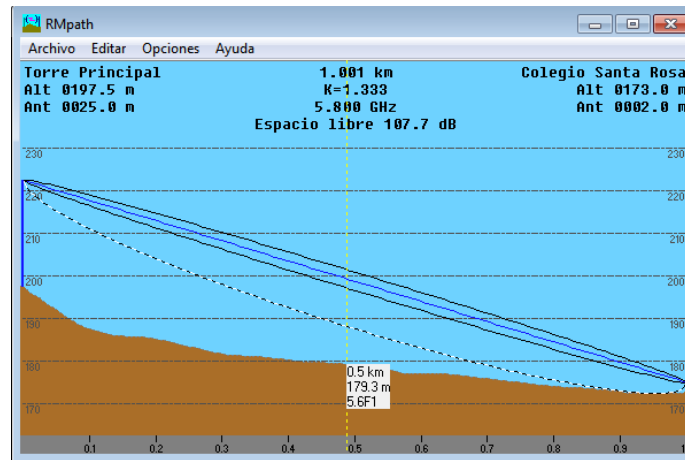
En la siguiente figura se muestra la frecuencia, los equipos utilizados, así como la tasas de transmisión soportada por los equipos.

Figura 39: Capacidad de transmisión



Fuente: Elaboración Propia

Figura 40: Primera zona de Fresnel Torre – Colegio Santa Rosa



Fuente: Elaboración Propia

4.3.1 Diseño de los Parametros para la Torre – Colegio SANTA ROSA.

Se considera la misma ecuación:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = (16 \text{ dB}/100\text{m}) * 1.5\text{m}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = 0.24 \text{ [dB]}$$

$$G_{TX} = G_{RX} = 18 \text{ dBi}$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (f) + 20 \log (d)$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (5.8) + 20 \log (1.333)$$

$$L_{EO} = 110.16 \text{ [dB]}$$

$$A_{LL} = Y_R * L_{ef}$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = 0.00175 * 100^{1.308}$$

$$Y_R = 0.723$$

$$L_{ef} = d / (1 + d/d_0)$$

$$L_{ef} = 1.138$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 R^{0.001}}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 * 100}$$

$$d_0 = 7.81$$

Al remplazar d_0 en la ecuación L_{ef} obtenemos:

$$L_{ef} = 1.333 / (1 + 1.333 / 7.81)$$

$$L_{ef} = 1.138$$

Por lo tanto la atenuación por lluvia para el enlace será igual a:

$$A_{LL} = 0.723 \times 1.138$$

$$A_{LL} = 0.823$$

$$MD = P_{RX} - U_{RX}$$

$$P_{RX} = -72 + 15$$

$$P_{RX} = -57$$

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$-57 = P_{TX} - 0.24 + 18 - 111.32 - 0.92 + 18 - 0.24$$

$$P_{TX} = 18.46 \text{ [dBm]}$$

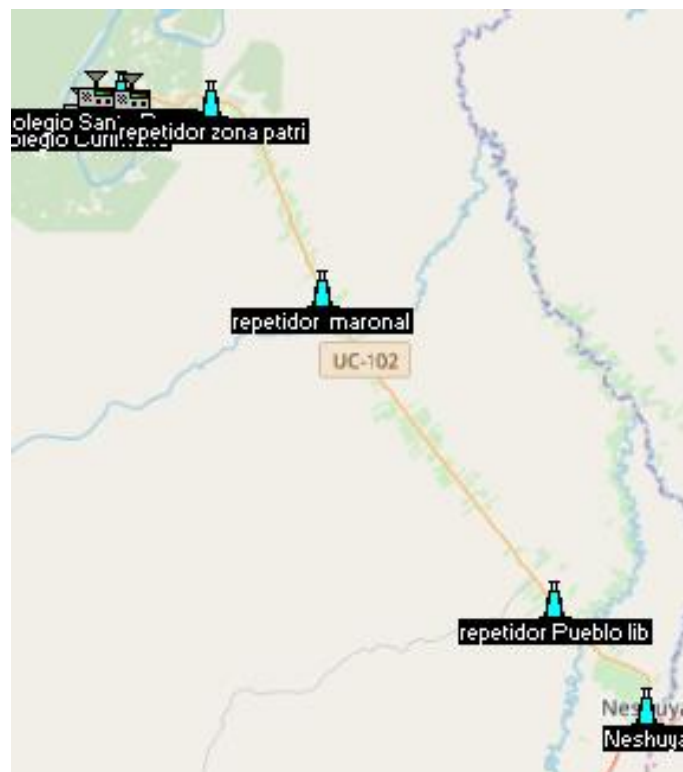
Tabla 4: Parámetros para el Transmisor

Frecuencia de operación:	5.8 [Ghz]
Potencia de Tx	18.46 dBm
Ganacia de la Antena de Tx	18 dBi
Ganacia de la Antena de Rx	18 dBi
Umbral de Recepción:	-72 dBm

Fuente: Elaboración propia

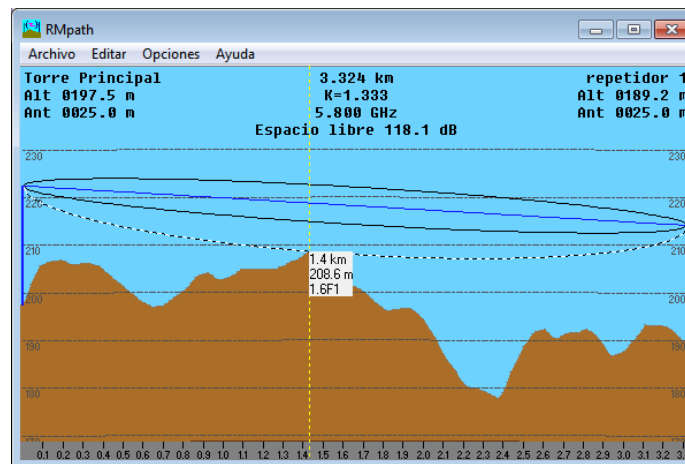
4.3.2 Enlace Torre – Repetidor 1 (Zona Patria)

Para el cálculo de los repetidores se utilizó el programa radio mobile, para nuestro diseño se considerara los siguientes radio enlaces como repetidores siendo el primero repetidor el realizado desde curimana a Zona Patria, el segundo radio enlace el ubicado entre zona patria y Maronal, el tercer repetidor se utilizara entre Maronal y Pueblo Libre, por último se realizó el enlace entre Pueblo Libre y Neshuya

Figura 41: Enlaces de los Repetidores

Fuente: Elaboración propia

Figura 42: Primera zona de Fresnel Torre – Repetidor 1 (Zona Patria)



Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Diseño de los Parametros para la Torre – Repetidor 1 (Zona Patria).

Se considera la misma ecuación:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - ALL + G_{RX} - L_{RX}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = (16 \text{ dB}/100\text{m}) * 1.5\text{m}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = 0.24 \text{ [dB]}$$

$$G_{TX} = G_{RX} = 18 \text{ dBi}$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (f) + 20 \log (d)$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (5.8) + 20 \log (3.324)$$

$$L_{EO} = 118.101 \text{ [dB]}$$

$$ALL = Y_R * L_{ef}$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = 0.00175 * 100^{1.308}$$

$$Y_R = 0.723$$

$$L_{ef} = d / (1 + d/d_0)$$

$$L_{ef} = 2.331$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 R^{0.001}}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 * 100}$$

$$d_0 = 7.81$$

Al remplazar d_0 en la ecuación L_{ef} obtenemos:

$$L_{ef} = 3.324 / (1 + 3.324 / 7.81)$$

$$L_{ef} = 2.331$$

Por lo tanto la atenuación por lluvia para el enlace será igual a:

$$A_{LL} = 0.723 * 2.331$$

$$A_{LL} = 1.685$$

$$MD = P_{RX} - U_{RX}$$

$$P_{RX} = -72 + 15$$

$$P_{RX} = -57$$

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$-57 = P_{TX} - 0.24 + 18 - 118.101 - 1.68 + 18 - 0.24$$

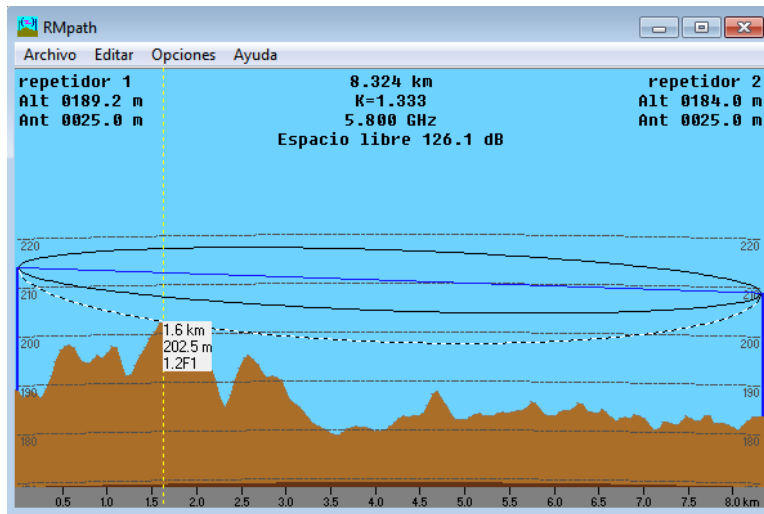
$$P_{TX} = 27.267 \text{ [dBm]}$$

Tabla 5: Parámetros para el Transmisor

Frecuencia de operación:	5.8 [Ghz]
Potencia de Tx	27.267 dBm
Ganacia de la Antena de Tx	18 dBi
Ganacia de la Antena de Rx	18 dBi
Umbral de Recepción:	-72 dBm

Fuente: Elaboración propia

El segundo enlace que se realizó entre los repetidores toma en cuenta el poblado conocido como Zona Patria y Maronal.

Figura 43: Primera zona de Fresnel Repetidor 1 – Repetidor 2 (Maronal)

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Diseño de los Parametros para Repetidor 1 – Repetidor 2 (Maronal).

Se considera la misma ecuación:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = (16 \text{ dB}/100\text{m}) * 1.5\text{m}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = 0.24 \text{ [dB]}$$

$$G_{TX} = G_{RX} = 18 \text{ dBi}$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (f) + 20 \log (d)$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (5.8) + 20 \log (8.324)$$

$$L_{EO} = 126.07 \text{ [dB]}$$

$$A_{LL} = Y_R * L_{ef}$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = 0.00175 * 100^{1.308}$$

$$Y_R = 0.723$$

$$L_{ef} = d / (1 + d/d_0)$$

$$L_{ef} = 4.029$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 R^{0.001}}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 * 100}$$

$$d_0 = 7.81$$

Al remplazar d_0 en la ecuación L_{ef} obtenemos:

$$L_{ef} = 8.324 / (1 + 8.324 / 7.81)$$

$$L_{ef} = 4.029$$

Por lo tanto la atenuación por lluvia para el enlace será igual a:

$$A_{LL} = 0.723 * 4.029$$

$$A_{LL} = 2.912$$

$$MD = P_{RX} - U_{RX}$$

Para este caso el margen de desvanecimiento se considerara de 88 dBm debido a que al considerar el margen de desvanecimiento en su valor máximo se obtiene una potencia muy alta para la transmisión.

$$P_{RX} = -88 + 15$$

$$P_{RX} = -73$$

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$-73 = P_{TX} - 0.24 + 18 - 126.075 - 2.91 + 18 - 0.24$$

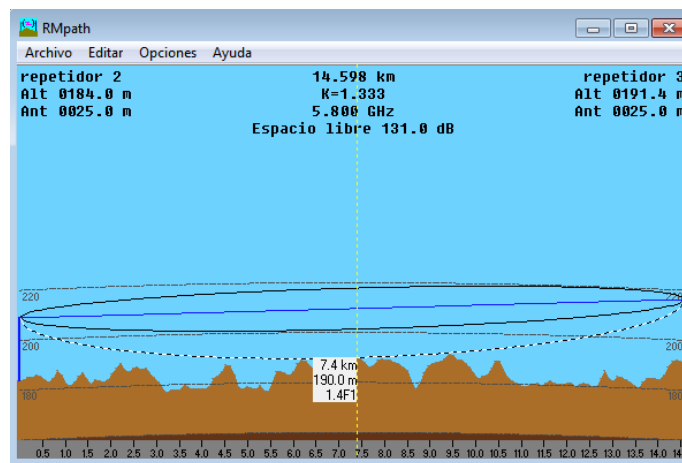
$$P_{TX} = 20.467 \text{ [dBm]}$$

Tabla 6: Parámetros para el Transmisor

Frecuencia de operación:	5.8 [Ghz]
Potencia de Tx	20.467 dBm
Ganacia de la Antena de Tx	18 dBi
Ganacia de la Antena de Rx	18 dBi
Umbral de Recepción:	-88 dBm

Fuente: Elaboración propia

Figura 44: Primera zona de Fresnel Repetidor 2 – Repetidor 3 (Pueblo Libre)



Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Diseño del enlace para Repetidor 2 – Repetidor 3 (Pueblo Libre).

Se considera la misma ecuación:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = (16 \text{ dB}/100\text{m}) * 1.5\text{m}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = 0.24 \text{ [dB]}$$

$$G_{TX} = G_{RX} = 18 \text{ dBi}$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (f) + 20 \log (d)$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (5.8) + 20 \log (8.324)$$

$$L_{EO} = 126.07 \text{ [dB]}$$

$$A_{LL} = Y_R * L_{ef}$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = 0.00175 * 100^{1.308}$$

$$Y_R = 0.723$$

$$L_{ef} = d / (1 + d/d_0)$$

$$L_{ef} = 4.029$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 R^{0.001}}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 * 100}$$

$$d_0 = 7.81$$

Al remplazar d_0 en la ecuación L_{ef} obtenemos:

$$L_{ef} = 8.324 / (1 + 8.324 / 7.81)$$

$$L_{ef} = 4.029$$

Por lo tanto la atenuación por lluvia para el enlace será igual a:

$$A_{LL} = 0.723 \times 4.029$$

$$A_{LL} = 2.912$$

$$MD = P_{RX} - U_{RX}$$

Para este caso el margen de desvanecimiento se considerara de 88 dBm debido a que al considerar el margen de desvanecimiento en su valor máximo se obtiene una potencia muy alta para la transmisión.

$$P_{RX} = -88 + 15$$

$$P_{RX} = -73$$

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$-73 = P_{TX} - 0.24 + 18 - 126.075 - 2.91 + 18 - 0.24$$

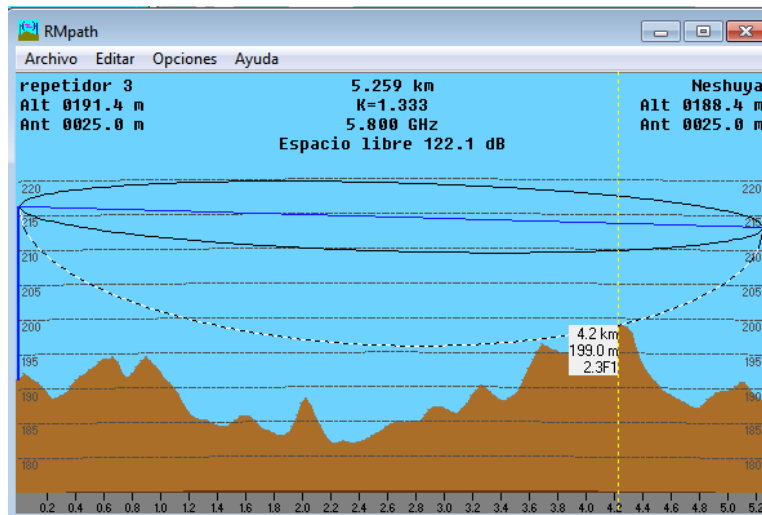
$$P_{TX} = 20.467 \text{ [dBm]}$$

Tabla 7: Parámetros para el Transmisor

Frecuencia de operación:	5.8 [Ghz]
Potencia de Tx	20.467 dBm
Ganacia de la Antena de Tx	18 dBi
Ganacia de la Antena de Rx	18 dBi
Umbral de Recepción:	-88 dBm

Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Primera zona de Fresnel Repetidor 3 – Neshuya



Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Diseño del enlace para Repetidor 3 – Neshuya.

Se considera la misma ecuación:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = (16 \text{ dB}/100\text{m}) * 1.5\text{m}$$

$$L_{TX} = L_{RX} = 0.24 \text{ [dB]}$$

$$G_{TX} = G_{RX} = 18 \text{ dBi}$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (f) + 20 \log (d)$$

$$L_{EO} = 92.4 + 20 \log (5.8) + 20 \log (5.259)$$

$$L_{EO} = 122.086 \text{ [dB]}$$

$$A_{LL} = Y_R * L_{ef}$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = k * R^L$$

$$Y_R = 0.00175 * 100^{1.308}$$

$$Y_R = 0.723$$

$$L_{ef} = d / (1 + d/d_0)$$

$$L_{ef} = 3.14$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 R^{0.001}}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 * 100}$$

$$d_0 = 7.81$$

Al remplazar d_0 en la ecuación L_{ef} obtenemos:

$$L_{ef} = 5.259 / (1 + 5.259 / 7.81)$$

$$L_{ef} = 3.14$$

Por lo tanto la atenuación por lluvia para el enlace será igual a:

$$A_{LL} = 0.723 * 3.14$$

$$A_{LL} = 2.27$$

$$MD = P_{RX} - U_{RX}$$

Para este caso el margen de desvanecimiento se considerara de 88 dBm debido a que al considerar el margen de desvanecimiento en su valor máximo se obtiene una potencia muy alta para la transmisión.

$$P_{RX} = -88 + 15$$

$$P_{RX} = -73$$

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - L_{EO} - A_{LL} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$-73 = P_{TX} - 0.24 + 18 - 122.08 - 2.27 + 18 - 0.24$$

$$P_{TX} = 20.467 \text{ [dBm]}$$

Tabla 8: Parámetros para el Transmisor

Frecuencia de operación:	5.8 [Ghz]
Potencia de Tx	15.84 dBm
Ganacia de la Antena de Tx	18 dBi
Ganacia de la Antena de Rx	18 dBi
Umbral de Recepción:	-88 dBm

Fuente: Elaboración propia

Para lo cual podemos definir que para ciertos enlaces se necesita establecer el margen de desvanecimiento promedio de -88 dBm en los transmisores.

4.4 Costos del Proyecto

Se realizara el análisis de costo de los componentes a utilizar, el costo de la puesta en marcha del sistema, asimismo el mantenimiento del mismo para un periodo de 10 años, se tomará en cuenta el análisis de costo beneficio para los pobladores de CURIMANA.

Para establecer los costos se debe cotizar todos los equipos que se utilizaran para la correcta instalación e implementación del radio enlace, en cada uno de los radio enlaces a ser considerados.

Cuadro 2: Costos de los equipos del proceso.

Equipo	Cantidad	Precio Unidad S/.	Total
KIT enlace Inalámbrico AIRMAX constituye antena, Equipo Outdoor.	14	8,000	112,000
Equipos Indoor (Switch, Router)	14	2,000	28,000
Cables	1	2,000	2,000
Total			142,000

Fuente: elaboración Propia

Luego se procede a realizar el costo del personal que realizara la instalación, configuración y la puesta en marcha del sistema.

Cuadro 3: Instalación, Configuración

Personal	Cantidad	Precio	Meses	Total
Técnicos	5	1,800	4	36,000
Ingenieros	2	3,000	4	24,000
Total				60,000

Fuente: elaboración Propia

Luego de realizado la puesta en marcha se debe considera el mantenimiento que se realizara para nuestro sistema considerando 10 años de funcionamiento como mínimo.

Cuadro 4: Mantenimiento

Personal	Cantidad	Precio	Meses	Total
Técnicos	1	1,800	120	216,00
Ingenieros	1	3,000	120	360,000
Total				576,600

Fuente: elaboración Propia

4.5 Conclusiones

Al brindar el acceso a internet de alta velocidad a la población se mejora la calidad de la educación, debido a que los alumnos logran acceder a la información dispersa en la internet, ya sea mediante el uso de clases virtuales especializadas en temas didácticos y educativos, mediante video tutoriales, o mediante videos informativos y entretenidos que se encuentran dispersos en páginas dedicadas a los videos como youtube.

Mediante el acceso a internet brindado entre los colegios principales del distrito conjuntamente con la municipalidad, se logra la apertura de clases que utilicen medios audiovisuales no solo para los alumnos dentro de los colegios, sino también para los pobladores, los cuales tiene acceso a las nuevas técnicas en cultivo y producción agrícola y ovina.

A través de la red inalámbrica se logra brindar el acceso a servicios de internet, el cual puede ser ampliado posteriormente hacia todos los pobladores del sector.

4.6 Recomendaciones

Se recomienda tener internet libre y de banda ancha no solo hacia los estudiantes, sino también hacia los pobladores del sector, siempre bajo la vigilancia de los docentes o tutores para que orienten en el buen uso de la herramienta.

Se recomienda que se desarrollen planes de enseñanza desde la municipalidad que brinden mejoras en los sectores agrícolas en los nuevos métodos de producción,

Se recomienda que se realice el mantenimiento mensual del sistema, debido a que las condiciones del sector son de gran afluencia aluvial.

CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5.1 Libros

Almeida, V. V. (2007). *Análisis de alternativa de optimización del sistema de comunicaciones petroproducción enlace distrito quito - distrito amazónico*. Quito: Esucela Politecnica Nacional.

Andres, V. R. (2015). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UN RADIO ENLACE PARA TRANSMISIÓN DE DATOS, E INTERNET EN FRECUENCIA LIBRE PARA LA COOPERATIVA INDÍGENA ALFA Y OMEGA UTILIZANDO EQUIPOS AIRMAX DE UBIQUITI*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Dávila Quispe, L. A. (2014). *“DISEÑO DE UNA RED DE TRANSPORTE PARA LA INTEGRACION DE LA REGION MADRE DE DIOS A LA RED TRONCAL DE TELECOMUNICACIONES DEL PERU”*. Lima: PUCP.

Diaz Vargas, R. E. (2016). *DISEÑO DE RADIOENLACE MICROONDAS ISLA SAN LORENZO – CAMPUS PUCP PARA EL PROYECTO PERU MAGNETO*. Lima: PUCP.

Rincones, J. M. (2007). *“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN VÍA MICROONDAS ENTRE CARACAS Y BARQUISIMETO PARA COMMOVIL EDC”*. Lima: Universidad Simón Bolívar.

5.2 Electrónica

Comunicaciones Moviles. (s.f.). *Progagacion en comunicaciones Moviles*.
Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/3838802/>

google maps. (s.f.). Obtenido de <https://www.google.com.pe/maps>

Google Maps. (s.f.). Obtenido de
<https://www.google.com.pe/maps/place/Curimana/@-8.4329834,-75.1576515,16.5z/data=!4m5!3m4!1s0x91a46e27516e120f:0x6722224e6930c728!8m2!3d-8.4343931!4d-75.1538084>

IEEE. (s.f.). Obtenido de
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11138/fichero/memoria%252FCap%C3%ADtulo+3.pdf+>

INEI. (s.f.). Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib1044/cuadros/cap27.pdf>

Informática hoy. (s.f.). Obtenido de <https://www.informatica-hoy.com.ar/redes/LAN-WAN-MAN-WLAN-WMAN-WWMAN-SAN-PAN.php>

MTM-telecom. (s.f.). Obtenido de <http://www.mtm-telecom.com/index.php/2012-07-04-19-05-27/enlaces-inalambricos-punto-a-punto-y-punto-multipunto.html>

OMEGA. (s.f.). Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfo/medicion-temperatura.html>

OSCIPTTEL. (s.f.). Obtenido de <https://www.osiptel.gob.pe>

Tecnicos NET. (s.f.). Obtenido de <http://www.analfatecnicos.net/archivos/24.CalculoDeRadioenlace.pdf>

CAPÍTULO VI: GLOSARIO DE TÉRMINOS

6.1 Glosario de Términos

A

Área de servicio.

Zona geográfica determinada dentro de la cual el beneficiario del permiso puede utilizar la frecuencia o frecuencias radioeléctricas que se le han asignado y operar los equipos destinados a la telecomunicación, de acuerdo con la concesión, el permiso otorgado y los parámetros técnicos de operación autorizados.

B

Banda de frecuencias asignada.

Banda de frecuencias en el interior de la cual se autoriza la emisión de una estación determinada; la anchura de esta banda es igual a la anchura de banda necesaria más el doble del valor absoluto de la tolerancia de frecuencia.

E

Estación fija.

Estación de radiocomunicación del servicio fijo, cuyos equipos y antena se encuentran instalados en puntos fijos determinados.

Estación móvil.

Estación de radiocomunicación del servicio móvil, destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no determinados.

Estación repetidora.

Conjunto receptor-transmisor que recibe una señal de radiofrecuencia en una frecuencia dada y la retransmite en otra.

I

Interferencia.

Es la interconexión que permite a cualquiera de los operadores interconectados, cursar el tráfico de otros operadores a la red del operador interconectante, siempre que no se contravenga el reglamento para cada servicio. El solo servicio portador entre dos redes no se considera interconexión indirecta.

CAPÍTULO VII: ÍNDICES

7.1 Índices de Figura

Figura 1: Mapa de Ucayali.....	2
Figura 2: Provincias de UCAYALI	3
Figura 3: Crecimiento de la población de UCAYALI.....	3
Figura 4: Mapa de CURIMANA	4
Figura 5: Vista de padre ABAD desde google earth.....	4
Figura 6: Indicadores económicos.....	6
Figura 7: Grafico de Transporte y Comunicaciones	8
Figura 8: Mapa de CURIMANA	9
Figura 9: Topología de la RED	25
Figura 10: Estructura de las capas.....	27
Figura 11: Diagrama descriptivo de la capa física.....	28
Figura 12: Enlace Punto a Punto.....	32
Figura 13: Enlace Punto Multi - Punto.....	35
Figura 14: Bandas de Frecuencia	38
Figura 15: Antena.....	41
Figura 16: Radio enlace	42
Figura 17: Zona de Fresnel.....	44
Figura 18: Atenuación por vegetación.....	52
Figura 19: Municipalidad de CURIMANA	54
Figura 20; Comisaria de CURIMANA.....	55
Figura 21: Colegio CURIMANA	55
Figura 22: Entrega de Computadoras	56
Figura 23: Vista satelital desde AIRMAX.....	57
Figura 24: Vista Sin considerar la vegetación.	58
Figura 25: Enlace Torre - Municipalidad.....	59
Figura 26: Datos del enlace Torre - Municipalidad	59
Figura 27: Capacidad de transmisión.....	60
Figura 28: Primera zona de Fresnel Torre- Municipalidad	61
Figura 29: Enlace Torre - Comisaria	65
Figura 30: Datos del enlace Torre - Comisaria.....	66
Figura 31: Capacidad de transmisión.....	66
Figura 32: Primera zona de Fresnel Torre- Comisaria	67
Figura 33: Enlace Torre – Primer Colegio Curimana.....	69
Figura 34: Datos del enlace Torre – Primer Colegio Curimana.....	70
Figura 35: Capacidad de transmisión.....	70
Figura 36: Primera zona de Fresnel Torre- Colegio CURIMANA	71
Figura 37: Enlace Torre – Colegio Santa Rosa.....	73

Figura 38: Datos del enlace Torre – Colegio Santa Rosa	74
Figura 39: Capacidad de transmisión.....	74
Figura 40: Primera zona de Fresnel Torre – Colegio Santa Rosa.....	75
Figura 41: Enlaces de los Repetidores.....	77
Figura 42: Primera zona de Fresnel Torre – Repetidor 1 (Zona Patria)	78
Figura 43: Primera zona de Fresnel Repetidor 1 – Repetidor 2 (Maronal).....	80
Figura 44: Primera zona de Fresnel Repetidor 2 – Repetidor 3 (Pueblo Libre)....	82
Figura 45: Primera zona de Fresnel Repetidor 3 – Neshuya.....	85

7.2 Índice de Cuadros

Tabla 1: Parámetros para el Transmisor	65
Tabla 2: Parámetros para el Transmisor	69
Tabla 3: Parámetros para el Transmisor	73
Tabla 4: Parámetros para el Transmisor	77
Tabla 5: Parámetros para el Transmisor	80
Tabla 6: Parámetros para el Transmisor	82
Tabla 7: Parámetros para el Transmisor	84
Tabla 8: Parámetros para el Transmisor	87