



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PARA REDUCIR LA BRECHA DIGITAL  
Y QOS EN EL SECTOR UNIDOS 2 EN EL CANTÓN DE PEDRO VICENTE M.**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero en Telecomunicaciones**

**AUTOR: KEVIN DAVID ABENDAÑO GUTIÉRREZ**

**DIRECTOR: JUAN CARLOS DOMÍNGUEZ AYALA**

**Quito – Ecuador  
2022**

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Kevin David Abendaño Gutiérrez con documento de identificación N° 1726137415; manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 06 de septiembre del año 2022.

Atentamente,



---

Kevin David Abendaño Gutiérrez

1726137415

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL  
TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
SALESIANA**

Yo, Kevin David Abendaño Gutiérrez con documento de identificación N° 1726137415, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: "Diseño de una red inalámbrica para reducir la brecha digital y QoS en el sector unidos 2 en el cantón de Pedro Vicente M.", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Telecomunicaciones, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 06 de septiembre del año 2022.

Atentamente,



---

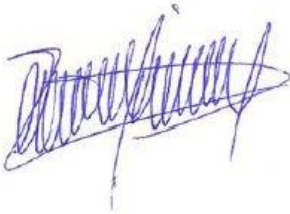
Kevin David Abendaño Gutiérrez  
1726137415

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Juan Carlos Domínguez Ayala con documento de identificación N°1713195590, docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA PARA REDUCIR LA BRECHA DIGITAL Y QOS EN EL SECTOR UNIDOS 2 EN EL CANTÓN DE PEDRO VICENTE M., realizado por Kevin David Abendaño Gutiérrez con documento de identificación N° 1726137415, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 06 de septiembre del año 2022.

Atentamente,



---

Ing. Juan Carlos Domínguez Ayala, MSc  
1713195590

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por apoyarme en todos los momentos que necesite de su ayuda.

A mi tutor que tuvo la paciencia suficiente para guiarme en el desarrollo de mi tesis.

Y al grupo de amigos “Los que chi Chavemos” que estuvimos desde primer semestre apoyándonos y avanzando poco a poco hasta culminar nuestros estudios

A mis padres y hermanas, ellos son mi noray.

## **RECONOCIMIENTO**

A mi tutor, Juan Carlos Domínguez., por su paciencia y apoyo para hacerme entender que, todo proceso requiere la perseverancia y exigencia necesaria para garantizar un resultado de calidad.

A mis amigos y compañeros que me apoyaron en cada momento para cumplir con todos mis objetivos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>II</b>
<b>CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....</b>	<b>III</b>
<b>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>V</b>
<b>RECONOCIMIENTO .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XVI</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. PROBLEMA DE ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>3</b>

1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>1.3.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5.</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>8</b>
1.5.1	SITIO DE ESTUDIO .....	8
	Torres .....	9
	Radio Enlace.....	11
	Marco Legal .....	13
1.5.2.	LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS SOFTWARE Y HARDWARE.....	17
	Cisco .....	17
	Mikrotik.....	22
	Radio Mobile.....	24
1.5.3.	PROVEEDOR DE INTERNET.....	25
	Claro .....	25
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.</b>	<b>DISEÑO DE LA NUEVA RED .....</b>	<b>25</b>
2.1.1.	TOPOLOGÍA LINEAL .....	26
2.1.2.	DIRECCIONAMIENTO IP PRIVADO DE LA RED.....	26
2.1.3.	BANDA DE FRECUENCIA.....	27



<b>2.2. DISEÑO DEL RADIO ENLACE .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3. FUNDAMENTOS JURÍDICOS .....</b>	<b>29</b>
2.3.1. REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES (TELECOMUNICACIONES, 2016) .....	29
2.3.2. RECOMENDACIONES DE COM/CITEL – PARA CONECTAR A LOS NO CONECTADOS (GENERAL, 2021) .....	33
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>34</b>
3.1. SIMULACIÓN.....	34
3.1.1. Resultados Packet Tracer.....	34
3.1.2. Resultados Radio Mobile.....	38
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1. ANÁLISIS FINANCIERO .....</b>	<b>63</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>
OFICIO PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LAS TORRES.....	67
VISTA DE RADIO MOBILE A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2 ENTRADA A UNIDOS VENCEROS 2.....	8
FIGURA 3 ESCUELA DE LA ZONA RURAL UNIDOS VENCEREMOS 2.....	9
FIGURA 4. ENLACE RADIO ELÉCTRICO (RAMOS, 2018).....	11
FIGURA 5 MODELO CISCO SWITCH CATALYST 2960 (CISCO, ITPRICE, 2014).....	19
FIGURA 6 MODELO CISCO ISR4321/K9 ROUTER (ROUTER, 2020) .....	21
FIGURA 7 MODELO LHG 52AC (MIKROTIK, 2021) .....	24
FIGURA 8 TOPOLOGÍA LINEAL PARA UNIDOS VENCEREMOS 2.....	26
FIGURA 9 DISEÑO DE LAS ANTENAS.....	28
FIGURA 10 ANTENA MATRIZ UNIDOS VENCEREMOS 2.....	29
FIGURA 11 TOPOLOGÍA EN PACKET TRACER DE LA NUEVA RED A OFERTAN EN UNIDOS VENCEREMOS 2.....	35
FIGURA 12 RESULTADOS DEL ENVIÓ DE INFORMACIÓN .....	36
FIGURA 13 INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN DEL CLIENTE 2 A LA MATRIZ. ....	36
FIGURA 14 INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN DE LA MATRIZ AL CLIENTE 1. ....	37
FIGURA 15 LISTA DE LOS HOST QUE PUEDEN ACCEDER A LA RED .....	37
FIGURA 16 PERMISO A TRAVÉS DE LA INTERFACE GIGABITETHERNET0/0/0.....	38
FIGURA 17 RADIO ENLACES DE PEDRO VICENTE M. A UNIDOS VENCEREMOS 2.....	39
FIGURA 18 RESULTADOS RADIO ENLACE DEL PUNTO “PVM_INTER” AL PUNTO “I_RADIOENL” .....	40
FIGURA 19 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “I_RADIOENL” A TRAVÉS DE RADIO MOBILE.....	40
FIGURA 20 VISTA DEL RADIO ENLACE “PVM_INTER” AL PUNTO “I_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH .....	41
FIGURA 21 SEGUNDO RADIO ENLACE DEL PUNTO “I_RADIOENL” AL PUNTO “2_RADIOENL” .....	41

FIGURA 22 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “2_RADIOENL” .....	42
FIGURA 23 TERCER RADIO ENLACE DEL PUNTO “RAD_ENL_2.1” AL PUNTO “RAD_ENL_1.2” .....	42
FIGURA 24 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “RAD_ENL_2.1” .....	43
FIGURA 25 VISTA DEL RADIO ENLACE “1_RADIOENL” AL PUNTO “2_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH.....	43
FIGURA 26 CUARTO RADIO ENLACE DEL PUNTO “2_RADIOENL” AL PUNTO “3_RADIOENL”.....	44
FIGURA 27 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “3_RADIOENL” .....	44
FIGURA 28 QUINTO RADIO ENLACE DEL PUNTO “RADENL_3.2” AL PUNTO “RADENL_2.3” .....	45
FIGURA 29 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “3_RADIOENL” .....	45
FIGURA 30 VISTA DEL RADIO ENLACE “2_RADIOENL” AL PUNTO “3_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH.....	46
FIGURA 31 SEXTO RADIO ENLACE DEL PUNTO “3_RADENL” AL PUNTO “4_RADIOENL” .....	46
FIGURA 32 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “4_RADIOENL” .....	47
FIGURA 33 SÉPTIMO RADIO ENLACE DEL PUNTO “RADIOENL_4.3” AL PUNTO “RADIOENL_3.4”.....	47
FIGURA 34 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “RAD_ENL_3.4”.....	48
FIGURA 35 VISTA DEL RADIO ENLACE “3_RADIOENL” AL PUNTO “4_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH.....	48
FIGURA 36 OCTAVO RADIO ENLACE DEL PUNTO “4_RADIOENL” AL PUNTO “5_RADIOENL” .....	49
FIGURA 37 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “4_RADIOENL” .....	49
FIGURA 38 NOVENO RADIO ENLACE DEL PUNTO “RADIOENL_5.4” AL PUNTO “RADIOENL_4.5” .....	50
FIGURA 39 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “RADIOENL_4.5” .....	50
FIGURA 40 VISTA DEL RADIO ENLACE “4_RADIOENL” AL PUNTO “5_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH.....	51
FIGURA 41 DECIMO RADIO ENLACE DEL PUNTO “5_RADIOENL” AL PUNTO “6_RADIOENL” .....	51

FIGURA 42 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “6_RADIOENL”.....	52
FIGURA 43 ONCEAVO RADIO ENLACE DEL PUNTO “RADIOENL_6.5” AL PUNTO “RADIOENL_5.6” .....	52
FIGURA 44 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “RADIOENL_5.6” .....	53
FIGURA 45 VISTA DEL RADIO ENLACE “5_RADIOENL” AL PUNTO “6_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH .....	53
FIGURA 46 DOCEAVO RADIO ENLACE DEL PUNTO “6_RADIOENL” AL PUNTO “7_RADIOENL” .....	54
FIGURA 47 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “7_RADIOENL” .....	54
FIGURA 48 TRECEAVO RADIO ENLACE DEL PUNTO “6_RADIOENL” AL PUNTO “7_RADIOENL” .....	55
FIGURA 49 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “RADIOENL_6.7” .....	55
FIGURA 50 VISTA DEL RADIO ENLACE “6_RADIOENL” AL PUNTO “7_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH. ....	56
FIGURA 51 CATORCEAVO RADIO ENLACE DEL PUNTO “7_RADIOENL” AL PUNTO “8_RADIOENL” .....	56
FIGURA 52 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “8_RADIOENL” .....	57
FIGURA 53 QUINCEAVO RADIO ENLACE DEL PUNTO “RADIOENL_8.7” AL PUNTO “RADIOENL_7.8” .....	57
FIGURA 54 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “RADIOENL_7.8” .....	58
FIGURA 55 VISTA DEL RADIO ENLACE “7_RADIOENL” AL PUNTO “8_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH. ....	58
FIGURA 56 DÉCIMO SEXTO RADIO ENLACE DEL PUNTO “8_RADIOENL” AL PUNTO “9_RADIOENL” .....	59
FIGURA 57 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “9_RADIOENL” .....	59
FIGURA 58 DÉCIMO SÉPTIMO RADIO ENLACE DEL PUNTO “RADIOENL_9.8” AL PUNTO “RADIOENL_8.9” .....	60
FIGURA 59 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “RADIOENL_8.9” .....	60
FIGURA 60 VISTA DEL RADIO ENLACE “8_RADIOENL” AL PUNTO “9_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH. ....	61
FIGURA 61 DÉCIMO OCTAVO RADIO ENLACE DEL PUNTO “9_RADIOENL” AL PUNTO “10_RADIOENL” .....	61

FIGURA 62 DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN AL PUNTO “10_RADIOENL” .....	62
FIGURA 63 VISTA DEL RADIO ENLACE “9_RADIOENL” AL PUNTO “10_RADIOENL” VISTA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH.....	62
FIGURA 64 VISTA GENERAL DEL RADIO ENLACE A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH. ....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 COORDENADAS DE LAS TORRES. ....	10
TABLA 2 DIRECCIONAMIENTO IP'S DE LA NUEVA RED.....	27
TABLA 3 PARÁMETROS DE LA ANTENA LHG XL 52AC.....	38
TABLA 4 COSTO DE LOS EQUIPOS .....	63
TABLA 5 PRESUPUESTO PARA EL USO DE LAS TORRES .....	63
TABLA 6 PRESUPUESTO TOTAL.....	64
TABLA 7 PRESUPUESTO DE LOS EGRESOS MENSUALES.....	64
TABLA 8 INGRESOS MENSUALES.....	64
TABLA 9 ANÁLISIS FINANCIERO EN UN PERIODO DE 10 AÑOS. ....	64
TABLA 10 ANÁLISIS DEL VAN Y EL TIR .....	65
TABLA 11 ANÁLISIS DEL VAR Y EL TIR EN EL 5TO PERIODO.....	65

## **RESUMEN**

Este proyecto intenta resaltar las partes más básicas de los enlaces inalámbricos proporcionando ideas claras y concisas en las partes más básicas de un proveedor de servicios de Internet (ISP), el estudio del área donde se van a ofertar el servicio y la infraestructura. Realizando inspecciones al área de estudio, mediciones del campo y simulaciones donde se dará una posible solución.

La red tiene como finalidad diseñar un enlace inalámbrico y reducir en lo posible la brecha digital existente, para la población rural Unidos Venceremos 2 que se encuentra ubicada a unos 28 kilómetros del cantón Pedro Vicente Maldonado, mediante el diseño de un radio enlace para cubrir la zona, el método estará un poco más cerca de los avances tecnológicos que surgirán con el tiempo.

El proyecto se distribuido en 4 capítulos principales que son el análisis de área donde se van a realizar las respectivas simulaciones, el diseño de una nueva red para ofertar a la zona rural de unidos venceremos 2 y análisis del presupuesto.

Por último, se realizarán las respectivas conclusiones en base a las simulaciones y diseños que se van a ofertan a la zona rural unidos venceremos 2, con un coste que puede significar la no viabilidad del proyecto.

## **ABSTRACT**

This project attempts to highlight the most basic parts of wireless links by providing clear and concise ideas on the most basic parts of an Internet Service Provider (ISP), the study of the area where the service and infrastructure are going to be offered. Carrying out inspections to the study area, field measurements and simulations where a possible solution will be given.

The purpose of the network is to design a wireless link and reduce the existing digital gap as far as possible, for the rural population Unidos Venceremos 2, which is located about 28 kilometers from the Pedro Vicente Maldonado canton, by designing a radio link to cover the area, the method will be a little closer to the technological advances that will emerge over time.

The project is divided into 4 main chapters, which are the analysis of the area where the respective simulations will be carried out, the design of a new network to offer to the rural area of Unidos Venemos 2, and budget analysis.

Finally, the respective conclusions will be made based on the simulations and designs that will be offered to the rural area, united we will win 2, with a cost that may mean the non-viability of the project.



# INTRODUCCIÓN

## CAPÍTULO 1

### 1.1. PROBLEMA DE ESTUDIO

La Información es fundamental para todo tipo de actividades tales como; sociales, agrícolas, comerciales, económicas entre muchas más, cada una de estas diligencias constituyen el proceso de desarrollo, hoy en día y los días por venir, el crecimiento tecnológico ha dado lugar a la evolución de las telecomunicaciones, generando que las redes de datos requieran más disponibilidad, para así ser capaz de adaptarse a los cambios por el crecimiento del tráfico de información y así evitar que existan posibles problemas tales como: falencias a nivel físico (atenuación de la señal, insuficiente ancho de banda, interferencia inalámbrica), falencias a nivel de red (configuración de dispositivos incorrecta, problemas de autenticación, seguridad y ancho de banda insuficiente). Las telecomunicaciones, como medio de compartir información, no son únicamente un enlace entre personas, sino un eslabón en la cadena del proceso de desarrollo (Richardson, 2018).

Las Telecomunicaciones específicamente, representan a uno de los campos ocupacionales en constante evolución, el cual ha registrado un rápido avance en el desarrollo de políticas y tecnologías. El resultado de ello es un mercado cada vez más competitivo y un mundo interconectado. De esta manera, los profesionales de la información están llamados a aceptar los desafíos emergentes y cambios continuos. En Ecuador, según el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), el desarrollo de este campo tuvo una alta inversión, tanto desde el sector público como del privado, permitiendo la disminución de la brecha en analfabetismo digital, reduciendo las tarifas de la telefonía móvil, así como el incremento en la velocidad de internet gracias a proyectos de extensión como la fibra óptica (Cárdenas, 2018).

En la zona rural de Unidos Venceremos 2 vía salto del tigre ubicada a una distancia de 32km centro del cantón Pedro Vicente Maldonado, una zona rural ecuatoriano, que se localiza en la orilla izquierda del río Guaya bamba, al noroccidente de la provincia de Quito, en los flancos externos de la cordillera occidental de los Andes. Entre las principales actividades económicas de los pobladores de Unidos Venderemos 2 están; ganadería (crianza de ganado y producción de leche), agricultura (cultivo de cacao, caña de azúcar, palmito, palma africana, entre muchos más) y turismo. Adicionalmente los habitantes realizan la crianza de menores (gallinas, patos, cuyes, conejos)

básicamente para el autoconsumo. Siendo su principal fuente de ingresos el cultivo de palmito y la ganadería mediante la producción y comercialización.

En la actualidad la mayor parte de la población Unidos Venceremos 2 se dedica a la producción de palmito, cacao, ganadería, palma africana, actividades que les generan bajos ingresos económicos, a esta situación hay que agregar que las vías están en pésimas condiciones que dificultan la movilidad eficiente de sus productos a los centros de consumo. En la actualidad las condiciones que viven los pobladores del sector rural de Unidos Venceremos 2 son precarias por falta de políticas y estrategias que deberían desarrollar a corto, mediano y largo plazo con el fin de apoyar a los agricultores pequeños y grandes, evitando la migración de los pobladores de este lugar a ciudades cercanas siendo la costa y el campo los lugares con más frecuencia acostumbran a habitar, de esta manera la situación que está afrontando esta zona rural, debe ser solucionada para evitar estos problemas de abandono constante y persistente de la población en busca de mejores condiciones de vida (Benítez Moncayo Isabel, 2014).

La señal de telefonía celular es deficiente y solo consta únicamente consta de una red de corriente eléctrica, la distancia que recorre dicha red presenta algunos problemas técnicos en ciertas partes de su implementación como, por ejemplo, cables caídos, equipos con falta de mantenimiento entre muchas cosas más que disminuye la calidad de servicio, debido a esto se presentan algunos complicaciones a todas las personas que viven en el sector de unidos venceremos 2 y sus alrededores, como, por ejemplo: no se pueden realizar llamadas de emergencia, acceso de video en las clases virtuales por baja capacidad, acceso a internet limitado, entre otros. Debido a que estos servicios que en la actualidad son muy usados por las personas e instituciones y su acceso limitado genera una brecha digital enorme en esta población, es necesario dar acceso a la población a sistemas de comunicación adecuados (C., 2018).

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una red para acceso a internet en la zona rural de Unidos 2 en el cantón Pedro Vicente Maldonado para mejorar la calidad de servicio reduciendo la brecha digital.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.** Realizar un análisis de la implementabilidad de la red de telecomunicaciones en la zona rural de Unidos Venceremos 2 en Pedro Vicente Maldonado, para realizar un levantamiento de los equipos necesarios.
- 2.** Diseñar la nueva red inalámbrica, definiendo los parámetros de la banda de frecuencia que se van a ofertar en el sector de unidos venceremos 2.
- 3.** Simular el diseño de la red inalámbrica en la extensión de Unidos Venceremos 2, utilizando una topología adecuada para el análisis e intercambio de información, con la posibilidad de una futura implementación.
- 4.** Evaluar la factibilidad económica del proyecto con el objeto de una posible implementación a futuro de la red inalámbrica identificando el entorno en la zona rural de Unidos Venceremos 2, por medio de un software especializado.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

El campo ecuatoriano conformado por pequeños agricultores continúa enfrentándose a graves restricciones que les ayuda de manera más rápida a comercializar sus productos y con una posibilidad de distribuir a nivel nacional e internacional, como por ejemplo una red de telecomunicación, páginas web, servicio de llamadas, cursos de capacitación, mejora la condición de las vías de acceso entre muchas cosas más que necesita el pequeño y grande agricultor de esta zona. La pandemia demostró que la Agricultura Familiar Campesina e Indígena (AFCI) alimenta al país, sin embargo, nunca ha existido política diferenciada a favor de ésta. De hecho, el poco presupuesto agrícola se ha destinado en su mayoría para la agroindustria y las élites agroalimentarias, que son de los pocos sectores privilegiados que crecieron durante la pandemia incrementando sus ventas en 12% comparado con 2019 (CAMAIE, 2021). La pandemia también nos ha demostrado que estamos viviendo una crisis de los cuidados en el campo: las mujeres rurales son quienes cuidan de los suelos, animales, páramos, semillas, biodiversidad, producen alimentos, realizan labores del hogar, han cuidado de los enfermos, se han encargado de la educación en casa y además han desplegado varias estrategias para mantener las economías familiares a flote. Ellas tienen la carga laboral no remunerada más alta en el país (OCARU, 2021).

A medida que el mundo avanza hacia la descentralización, la economía de mercado y una mayor democracia, mejoran las condiciones para que la población empiece a fijar su propio rumbo al cambio. Pero es necesario aumentar su sensibilización, participación y capacidad, los conocimientos y tecnologías relacionados con la comunicación son esenciales para esta tarea, pero suelen estar subutilizados. Es necesario tomar medidas que impulsen una planificación y aplicación eficaces de los programas de telecomunicación (Tamayo, 2017). La infraestructura de las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones se basan en redes fijas y móviles, la capacidad y el buen funcionamiento de éstas son de vital importancia hoy en día, ya que en éstas recae la responsabilidad de que el país pueda funcionar manteniendo a gran parte de la población trabajando desde sus hogares. Así como las telecomunicaciones han sido cruciales para la recuperación de un país ante eventos catastróficos (como terremotos, delincuencia), lo son nuevamente ahora en tiempos de pandemia.

Por parte de las empresas de Telecomunicaciones, el correcto diseño, planificación y uso eficiente en la asignación de recursos en las redes permitirán que éstas no se saturen y mantengan un buen servicio y así, hacer frente de buena manera a este repentino escenario mundial. Esto provocará que

la “experiencia de usuario” de los clientes sea positiva, al permitirles desarrollar sus actividades de manera correcta (Leiva, 2020).

## 1.4. METODOLOGÍA

Para realizar el proyecto, se adoptará la metodología para redes Top-Down Network Design, la cual propone cinco fases puntualizadas en este apartado.

**Fase 1:** Análisis del área y Objetivos

**Fase 2:** Diseño Lógico

**Fase 3:** Diseño Físico

**Fase 4:** Pruebas, Optimización, Simulación y Documentación de la red.

**Fase 5:** Evaluar la factibilidad económica del proyecto con el objeto de ayudar a las zonas rurales mejorando la comunicación.

En primer lugar, se identifica las necesidades y Objetivos del área de estudio. En esta fase se corrobora las necesidades tecnológicas del predio, se establecen los objetivos en función de las necesidades que tiene más demanda lo que corresponde con la Fase 1 del diseño Top Down Network Design.

- Conocer la zona rural y la accesibilidad, para identificar las limitaciones y prestaciones a las que se pueda acceder.
- Estructurar el predio de acuerdo a los equipos y necesidades que se requiere en la zona.
- Identificar posibles mejoras que se den con el proyecto

Luego, sigue la Fase de diseño lógico y físico, lo que corresponde con las **fases 2 y fase 3** del diseño Top Down Network Design.

En esta **fase 2** del proyecto se diseñará la topología de la red, incluyendo el direccionamiento y la topología adecuada para la infraestructura tecnológica del predio.

- Topología de red.
- Modelo de direccionamiento.

Esta **fase 3** implica en seleccionar tecnologías y dispositivos a utilizar de acuerdo a los requerimientos técnicos del diseño lógico para la red inalámbrica.

- Comparar y seleccionar las posibilidades de adquisición de los dispositivos activos y pasivos para la red.
- Diseño de la red inalámbrica.

Entonces, se simulará la red usando el software Packet Tracer y Radio Mobile para realizar las simulaciones propuestas en el diseño de la red inalámbrica, que corresponde a la **fase 4** de diseño Top Down.

Finalmente, se obtendrá la factibilidad económica del proyecto analizando los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades y procesos asegurando una posible futura implementación. La documentación va de la mano con el desarrollo diario de cada fase presentada.

## 1.5. MARCO CONCEPTUAL

### 1.5.1 SITIO DE ESTUDIO

En la zona rural de Unidos Venceremos 2 vía salto del tigre ubicada en las coordenadas 0°17'39.7"N 79°05'15.5"W a una distancia de 33km centro del cantón Pedro Vicente Maldonado, una zona rural ecuatoriano que contiene un máximo de 20 familias entre ellas conformadas por 5 o 6 integrantes por familia en su mayoría son niñas y niños pequeños, esta zona rural se encuentra localizada en la orilla izquierda del río Guaya bamba, al noroccidente de la provincia de Quito, en los flancos externos de la cordillera occidental de los Andes. Entre las principales actividades económicas de los pobladores de Unidos Venderemos 2 están; ganadería (crianza de ganado y producción de leche), agricultura (cultivo de cacao, caña de azúcar, palmito, palma africana, entre muchos más) y turismo. Adicionalmente los habitantes realizan la crianza de menores (gallinas, patos, cuyes, conejos) básicamente para el autoconsumo. Siendo su principal fuente de ingresos el cultivo de palmito y la ganadería mediante la producción y comercialización.



**Figura 1** Entrada a Unidos Venceros 2





**Figura 2 Escuela de la Zona Rural Unidos Venceremos 2**

En la actualidad la mayor parte de la población Unidos Venceremos 2 se dedica a la producción de palmito, cacao, ganadería, palma africana, actividades que les generan bajos ingresos económicos, a esta situación hay que agregar que las vías están en pésimas condiciones que dificultan la movilidad eficiente de sus productos a los centros de consumo. En la actualidad las condiciones que viven los pobladores del sector rural de Unidos Venceremos 2 son precarias por falta de políticas y estrategias que deberían desarrollar a corto, mediano y largo plazo con el fin de apoyar a los agricultores pequeños y grandes, evitando la migración de los pobladores de este lugar a ciudades cercanas siendo la costa y el campo los lugares con más frecuencia acostumbran a habitar, de esta manera la situación que está afrontando esta zona rural, debe ser solucionada para evitar estos problemas de abandono constante y persistente de la población en busca de mejores condiciones de vida (Benítez Moncayo Isabel, 2014).

## **TORRES**

En la zona rural Unidos Venceremos 2 existe una torre de metal de ochenta metros de alto por dos metros y medio de ancho ubicada en las coordenadas  $0^{\circ}17'39.7''N$   $79^{\circ}05'15.5''W$ , esta torre fue instalada por la empresa MEGADATOS aproximadamente en el año 2018 con el objetivo de distribuir internet en dicha zona, existe otra torre con las mismas dimensiones en las coordenadas  $0^{\circ}17'41.0''N$   $79^{\circ}04'11.1''W$ , ubicada en la finca Juan Barba alrededor de unos 6 kilómetros de distancia del centro de la zona rural Unidos Venceremos 2 que fue instalada por la misma empresa, de igual manera existen alrededor de once torre, como se observa en la **Tabla 1** que dicha empresa instaló en dicha zona, que están ubicadas en desde la zona rural Unidos Venceremos 2 hasta el cantón de Pedro Vicente Maldonado.

Las Torres que se encuentran ubicadas en la **Tabla 1** son las que se encuentran en mejor estado debido a que están en propiedades privadas que se encargan del mantenimiento de las torres a través de un cambio monetario o arriendo.

Pero debido a distintos factores como por ejemplo las vías en mal estado que dificultan el acceso a dicha zona rural, la falta de usuarios que contraten el servicio debido a que actualmente existe 15 familias, la empresa MEGADATOS finalizó su proyecto en dicha zona y cedió el poder de las torres al distrito de educación N° 17D12 ubicado en el cantón de Puerto Quito.

A través de un oficio dirigido al director Distrital N° 17D12, Magister Jorge Romero solicitó información debido a que el distrito está a cargo de supervisar y el mantenimiento de dichas torres que les fueron entregadas en modo de donación por la empresa MEGADATOS, mediante un oficio que las autoridades de dicha institución indicaron que se debe realizar para poder acceder a la ubicación y más información sobre todas las torres que están distribuidas en toda esa zona **Anexo 1**.

**Tabla 1 Coordenadas de las torres.**

Número	Enlaces	Ubicación	Coordenadas
1	Internet	Pedro Vicente Maldonado	0°05'40,6"N 79°03'01.3"W
2	1er_RadioEnl	Finca Granja de pollos	0° 9'45.10"N 79° 3'7.20"W
3	2do_RadioEnl	Barrio la Céllica	0°09'22.3"N 79°04'02.4"W
4	3er_RadioEnl	Finca Familia Abad	0° 9'45.10"N 79° 3'7.20"W
5	4to_RadioEnl	Barrio El Cisne	0°10'31.7"N 79°02'26.5"W
6	5to_RadioEnl	Finca La Bonita	0°11'49.3"N 79°02'06.4"W
7	6to_RadioEnl	Pueblo Unidos Venceremos 1	0°14'15.6"N 79°02'00.9"W
8	7mo_RadioEnl	Pueblo 24 de mayo	0°15'14.5"N 79°03'31.3"W
9	8vo_RadioEnl	Finca Armijos	0°17'04.2"N 79°03'38.1"W
10	9no_RadioEnl	Finca Barba	0°17'41.0"N 79°04'11.0"W
11	10mo_RadioEnl	Matriz Unido Venceremos 2	0°17'40.1"N 79°05'16.1"W

## RADIO ENLACE

Los enlaces inalámbricos establecen el concepto de comunicación dual, que requiere la transmisión de dos portadoras moduladas para transmitir y enviar información. El par de frecuencias asignado para enviar y recibir señales se denomina canal de radio. Los enlaces siempre se crean entre puntos visibles, es decir, puntos de terreno alto. Para un correcto funcionamiento, independientemente del tamaño del sistema de microondas, el camino entre los enlaces debe tener suficiente altura libre para propagarse en cualquier época del año, teniendo en cuenta los cambios en las condiciones atmosféricas locales. Adicional para calcular la altura libre, necesita conocer el terreno del terreno y la altura y posición de los obstáculos a lo largo de la ruta. (Ruesca, 2016).

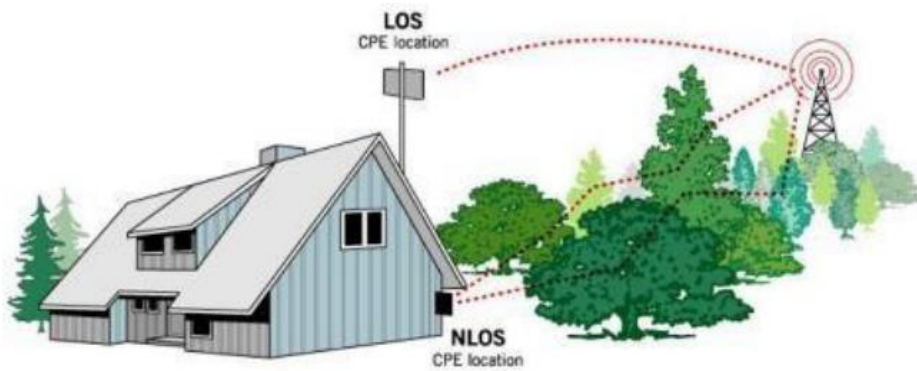


Figura 3. Enlace radio eléctrico (Ramos, 2018).

### Línea de vista

Para la buena comunicación entre el transmisor y el receptor es necesario tener una buena línea de vista en un rango de frecuencia para servicios fijos en las bandas 452,500 – 457,475 MHz, 462,500 – 467,475 MHz, 2570 – 2620 MHz y 10,15 – 10,65 GHz, también operan redes de acceso para los servicios de telefonía fija, portador y acceso a Internet.

- La línea de vista (Line-of-sight (LOS)) se puede observar cuando existe una visión entre el emisor y el receptor, es decir, cuando queda libre al menos un 100% de la primera zona de Fresnel.
- La falta de línea de vista (Non-line-of-sight (NLOS)) se manifiesta cuando se tiene obstáculos que se interponen entre el emisor y el receptor, en ese caso pueden existir objetos como edificio, árboles, montañas entre mucho más.
- Cuando al receptor le llega la misma señal en diferente momento del tiempo producida por la reflexión/refracción que ocasionan los obstáculos, es conocida como efecto de

multicamino, debido a que recorre múltiples caminos, esto le puede suceder al radio enlaces con línea de vista (LOS) como no (NLOS) (SANCHEZ, 2017)

### **Estructura de un radio enlace:**

Un radio enlace está constituido por estaciones terminales y repetidoras intermedias, con equipos transceptores, antenas y elementos de supervisión y reserva. Adicional los repetidores, hay estaciones de nodo donde la señal se demodula y se degrada a la banda base y, a veces, se insertan o eliminan canales. La parte terminal de la estación nodo se denomina parte de conmutación y es una entidad de control, protección y monitoreo., en cuanto a los repetidores se los puede clasificar en activos o pasivos (Chiborazo, 2017).

- **ACTIVOS:** En ellos se recibe la señal en la frecuencia de portadora y se la baja a una frecuencia intermedia (FI) para amplificarla y retransmitirla en la frecuencia de salida. No hay demodulación y son transceptores.
- **PASIVOS;** Se comportan como espejos que reflejan la señal y se los puede dividir en pasivos convencionales, que son una pantalla reflectora y los pasivos back-back, que están constituidos por dos antenas espalda a espalda. Se los utiliza en ciertos casos para salvar obstáculos aislados y de corta distancia (Ramos, 2018).

### **Principales ventajas de un Radio Enlace**

Con el avance de las tecnologías actuales, conectarse a Internet por radioenlace es una alternativa real al cable, satélite o móvil:

- Permite el acceso a zonas donde el cableado no sería una buena opción económica.
- Tiene ancho de banda configurable que admite cientos de usuarios por canal
- Conexión fuerte, confiable y muy segura
- Bajo coste de despliegue y rápida instalación
- Fácil de ampliar y proporcionar canales redundantes para la red.
- Resistente a la intemperie.
- Sin límite de descarga, a diferencia de las conexiones satelitales o móviles 3G/4G
- Mejor latencia que las conexiones de cable satelital de la competencia

### **¿Qué sucede cuando los radio enlaces están en ambientes húmedos?**

Las gotas de lluvia (nieve o hielo) presentan interferencias en la conexión, debido a que absorbe una parte de las ondas de energía del radio enlace. Este fenómeno se conoce como Rain Fade o atenuación por lluvia. Se realizan unas particularidades que ayuda a que no afecte por igual a todas las frecuencias:

- Es despreciable para frecuencias por debajo de 5 GHz.
- Entre 5 GHz y 10 GHz crece lentamente.
- A partir de 10 GHz crece rápidamente.

Por este motivo, se puede deducir que los radioenlaces terrestres, que suelen utilizar frecuencias de varios GHz, no tienen mayor problema con la lluvia. Además, existe una fórmula para calcular la atenuación y diseñar el enlace de radio para que nunca pierda señal cuando llueve, por eso este tipo de enlace es muy duradero contra el mal tiempo (Características, 2019).

## **MARCO LEGAL**

### **Constitución de la República (República, 2008)**

- El artículo 16 de la Constitución de la República del Ecuador dispone que: “Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a: 2. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación”;
- El artículo 261 de la Constitución de la República determina: “El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre: 10. El espectro radioeléctrico y el régimen general de comunicaciones y telecomunicaciones
- El artículo 314 de la Constitución de la República dispone: “El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley. El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. El Estado dispondrá que los precios y tarifas de los servicios públicos sean equitativos, y establecerá su control y regulación”;

### **Plan Nacional de Desarrollo (Ecuador, 2021)**

El Plan Nacional de Desarrollo “Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025” define objetivos, políticas y metas que hacen énfasis en garantizar los servicios para conectividad digital, así como el

acceso a nuevas tecnologías en el sector de las telecomunicaciones, enfocándose principalmente en zonas rurales o población desatendida. A continuación, se detallan los objetivos, políticas y metas para el sector de las telecomunicaciones:

- **Eje Social**
  - **Objetivo 5.** *Proteger a las familias, garantizar sus derechos y servicios, erradicar la pobreza y promover la inclusión social.*
    - **Política 5.5.** *Mejorar la conectividad digital y el acceso a nuevas tecnologías de la población.*
    - **Meta 5.5.1.** Incrementar la cobertura poblacional con tecnología 4G o superior del 60,74% al 92,00%.
    - **Meta 5.5.2.** Incrementar la penetración de Internet móvil y fijo del 68,08% al 78,00%.
  - **Objetivo 8.** *Generar nuevas oportunidades y bienestar para las zonas rurales, con énfasis en pueblos y nacionalidades.*
    - **Política 8.1.** *Erradicar la pobreza y garantizar el acceso universal a servicios básicos y la conectividad en las áreas rurales, con pertinencia territorial.*
    - **Meta 8.1.1.** Incrementar el porcentaje de parroquias rurales conectadas con servicio móvil avanzado del 68,45% al 79,00%.

### **Ley Orgánica de Telecomunicaciones (Telecomunicaciones, 2016)**

- El artículo 3 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones determina que sus objetivos son: “2.- Fomentar la inversión nacional e internacional, pública o privada para el desarrollo de las telecomunicaciones; 5.- Promover el despliegue de redes e infraestructura de telecomunicaciones, que incluyen audio y vídeo por suscripción y similares, bajo el cumplimiento de normas técnicas, políticas nacionales y regulación de ámbito nacional, relacionadas con ordenamiento de redes, soterramiento y mimetización”;
- El artículo 39.1 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones indica lo siguiente:

“Art. 39.1.- Reducción de la brecha digital. - El Estado promoverá, a través del ente rector en Telecomunicaciones, proyectos para la reducción de brecha digital y que promuevan la conectividad especialmente en zonas rurales marginales y fronteras.”

Con la finalidad de reducir la brecha digital, garantizar el servicio universal y la modernización del Estado a través del crecimiento tecnológico, los prestadores de servicios de telecomunicaciones y/o servicios de suscripción, podrán pagar hasta el 50% de los valores correspondientes tarifas (sic) de uso del espectro radioeléctrico, y contribución del 1% sobre los ingresos facturados y percibidos a los que refiere esta ley, por medio de la implementación de proyectos de prioridad nacional, preferentemente destinados a mejorar la conectividad en áreas rurales o urbano marginales, que serán determinados y valorados por el ente rector de las telecomunicaciones. En estos casos se requerirá dictamen favorable de sostenibilidad fiscal emitido por el ente rector de las finanzas públicas.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones será la encargada del control y la fiscalización del cumplimiento de dichas obligaciones de hacer, conforme el reglamento que emita para el efecto.”

- *“El artículo 89 ibídem señala que el “Servicio Universal constituye la obligación de extender un conjunto definido de servicios de telecomunicaciones, a todos los habitantes del territorio nacional, con condiciones mínimas de accesibilidad, calidad y a precios equitativos, con independencia de las condiciones económicas, sociales o la ubicación geográfica de la población.”*

El Estado promoverá la prestación del Servicio Universal para la reducción de las desigualdades y la accesibilidad de la población a los servicios y a las tecnologías de la información y las comunicaciones, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley, sus reglamentos y el Plan de Servicio Universal”.

- *“El artículo 91 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones dispone: “(...) Los prestadores de servicios de telecomunicaciones podrán realizar el pago de hasta un 50% de la contribución del 1% de los ingresos totales facturados y percibidos prevista en el artículo 92 de esta Ley, a través de la ejecución de obligaciones de hacer o la ejecución de planes o programas relacionadas con la prestación de servicios y ampliaciones de cobertura en zonas rurales, urbano marginales, zonas priorizadas, así como en áreas de especial interés para el Estado ecuatoriano que atiendan segmentos vulnerables de la población que consten en el Plan de Servicio Universal, previamente aprobadas por el ente rector de las telecomunicaciones y de la sociedad de la información.”*

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones será la encargada del “control, verificación y fiscalización del cumplimiento de dichas obligaciones de hacer, conforme el reglamento y el procedimiento que emita para el efecto.”

*El artículo 92 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, dentro del capítulo de Promoción de la Sociedad de la Información y Prestación del Servicio Universal, determina que los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán pagar una contribución en los siguientes términos: “Las y los prestadores de servicios de telecomunicaciones, excepto los de radiodifusión, pagarán una contribución del 1% de los ingresos totales facturados y percibidos. Dicho aporte deberá ser realizado trimestralmente, dentro de los quince días siguientes a la terminación de cada trimestre de cada año calendario y la recaudación la realizará la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones”;*

*El artículo 140 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones manda: “El Ministerio encargado del sector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información es el órgano rector de las telecomunicaciones y de la sociedad de la información, informática, tecnologías de la información y las comunicaciones y de la seguridad de la información. A dicho órgano le corresponde el establecimiento de políticas, directrices y planes aplicables en tales áreas para el desarrollo de la sociedad de la información, de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento General y los planes de desarrollo que se establezcan a nivel nacional. Los planes y políticas que dicte dicho Ministerio deberán enmarcarse dentro de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y serán de cumplimiento obligatorio tanto para el sector público como privado”;*

*El artículo 141 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones señala como atribuciones del órgano rector del sector de telecomunicaciones, entre otras: “2. Formular, dirigir, orientar y coordinar las políticas, planes y proyectos para la promoción de las tecnologías de la información y la comunicación y el desarrollo de las telecomunicaciones, así como supervisar y evaluar su cumplimiento; 5. Aprobar el Plan de Servicio Universal y definir los servicios de telecomunicaciones que se incluyen en el Servicio Universal; 6. Realizar las contrataciones y procedimientos que sean necesarios para el cumplimiento del Plan de Servicio Universal y sus proyectos y emitir las instrucciones necesarias a la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones para la inclusión de obligación de servicio universal en los títulos habilitantes”*

**Declaración de la UNESCO sobre el Internet como Derecho Humano (Humano, 2016)**



La Asamblea General de las Naciones Unidas ha emitido varias Resoluciones en las cuales se han destacado en reiteradas ocasiones, que el acceso a Internet en condiciones adecuadas resulta fundamental para garantizar el pleno ejercicio y disfrute de los derechos humanos y las libertades fundamentales, como la libertad de expresión, conforme al principio de no discriminación.

En la misma línea, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) ha subrayado el potencial de Internet para desarrollar sociedades del conocimiento, basadas en la libertad de expresión, el acceso universal a la información y el conocimiento, el respeto por la diversidad cultural y lingüística y una educación de calidad para todos. Por ejemplo, la Organización tuvo un rol preponderante durante la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI, en 2003 y 2005) y continúa teniendo un papel importante en el Foro para la Gobernanza de Internet (FGI), la *Broadband Commission on Sustainable Development* y otros foros dedicados a Internet y su impacto. La UNESCO también ha desarrollado el concepto de la universalidad de Internet para contribuir a una mejor comprensión de sus transformaciones, el mismo que fue aprobado en el año 2015 por la Asamblea General de la UNESCO. El concepto se encuentra basado en una perspectiva que resalta cuatro principios que fungen de pilares clave sobre los que se apoya el crecimiento y la evolución de Internet, y que subraya la necesidad de fortalecer estos principios en la medida en la que Internet penetra cada vez más en todos los asuntos humanos (Humano, 2016).

Los cuatro principios fundamentales de la universalidad de internet se resumen en la sigla DAAM y son clave para el desarrollo de Internet en dirección al alcance de los ODS sin dejar a nadie atrás. Estos principios son:

D – que Internet esté basada en los Derechos humanos.

A – que sea Abierta.

A – que sea Accesible para todos.

M – que cuente con la participación de Múltiples partes interesadas.

## **1.5.2. LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS SOFTWARE Y HARDWARE**

### **CISCO**

Cisco Systems fue fundada en 1985 junto a los primeros Router y la tecnología relacionada con el internet, es una empresa de tecnología estadounidense más grande del mundo con su propio estándar de redes informáticas que se dedica al desarrollo de redes de telecomunicaciones para la interconexión y comunicación, también a través de cursos que ofrece la empresa permite que los usuarios sean certificados y puedan trabajar como instaladores de **“Redes Cisco”**.

Los equipos de cisco permiten tener una gran escalabilidad, seguridad y un buen desarrollo con altas cantidades de información, esta gran ventaja ayuda a las redes de telecomunicaciones a que no se generen los famosos cuellos de botella.

Hay múltiples fabricantes de router, servidores, entre muchos más dispositivos que ayudan a construir un Proveedor de servicios de internet (ISP), pero en este caso se utiliza la empresa Cisco líder mundial de redes y telecomunicación para tener control y seguridad de la red.

Los clientes de Cisco UCS obtiene una reducción de costes de gestión de hasta el 63% y un despliegue de nuevos servicios de aplicaciones hasta un 83% más rápido (SOLUTIONS, 2022)

### **Cisco Packet Tracer**

El software de simulación Packet Tracer permite realizar un diagnóstico en tiempo real de las redes de telecomunicaciones, resolviendo posibles inconvenientes que se presenten, adicional proporciona capacidades de simulación, visualización, autoría, evaluación facilitando el análisis de la red.

### **Switch de Cisco**

Los switches de cisco permiten conectar varios dispositivos a través de la misma red, oficina o empresa, creando una red de recursos compartidos que pueden tener computadoras, impresoras y servidores, siendo una pieza clave para la construcción de cualquier tipo de red, existen dos tipos de switches básicos:

- Los **switches no administrados** están diseñados para funcionar de forma automática y no permiten realizar cambios sin la necesidad de configurarlos. Este tipo de Switches son utilizados generalmente para conectividad básica como: redes domésticas.
- Los **switches administrados** permiten tener una mayor seguridad, más funciones y flexibilidad, se puede supervisar y ajustar de manera local o remota proporcionando control sobre el desplazamiento del tráfico de la red y controlando el acceso a la misma.

### ***Modelo Switch Catalyst 2960***

El modelo Catalyst 2960 pertenece a un linaje de equipos autónomos inteligentes de configuración fija que proporciona conectividad 10/100 Fast Ethernet y 10/100/1000 Gigabit Ethernet, perfectas para redes básicas.

Estos conmutadores brindan el rendimiento, la disponibilidad y la capacidad de administración que exigen los entornos de oficina modernos, así como la inteligencia para admitir aplicaciones comerciales y servicios de seguridad de última generación (Cisco, 2008).



**Figura 4 Modelo Cisco Switch Catalyst 2960 (Cisco, Iprice, 2014)**

## **Routers Cisco**

Los Routers ayudan a las redes de telecomunicaciones a recibir, dirigir y enviar datos mediante paquetes que pueden contener archivos, comunicación y transmisiones simples como la interconexión con internet. De igual manera los routers pueden ser modificados combinando sus componentes con los modelos o switch de red, mejorando el acceso a internet y ayudando a crear redes empresariales.

El Router Cisco van a proporcionar conectividad a nivel de red o de nivel tres en el modelo OSI (Open System Interconnection) a diferencia de switch, que proporciona conectividad nivel dos dentro de este modelo. Los routers y memorias Cisco de Mercado IT mejoran la disponibilidad y ofrecen mayor velocidad de aprovisionamiento (Retech, 2022). Para un acceso LAN óptimo a nivel de usuario mostrando un mayor tiempo de vida de la infraestructura de red o la expansión de una red de campus, cuenta con las mejores tarjetas cisco y la información necesaria para la configuración del Router y accesible a los mejores precios.

La configuración del “Firewall” en el Router es primordial para la seguridad de la red, permitiendo tener control de los datos que son ingresados por los usuarios o host de la red, con el cual podrá controlar el acceso, así como bloquear aplicaciones, mensajeros, chats, servicios y sistemas de intercambio de archivos (P2P).

- Los datos son enviados a través de “*routing*” de una red a otra, que tiene la capacidad de reenviar paquetes IP (direcciones del protocolo de internet), principalmente su función es conectar las redes de la empresa y administrar el tráfico dentro de las mismas redes. Los routers generalmente cuentan con 2 tarjetas de interfaz de red, o NIC, que les permiten conectarse a otras redes.
- Los router Cisco utilizan la función de “*valor de métrica*” o “*número de preferencia*” que le permiten encontrar entre 2 ruta de datos con la misma ubicación, elegir la ruta con la métrica más corta entre los dispositivos conectados a la red. La métrica se almacena en una “*tabla de routing*”.
- Las “*tablas de routing*” son una lista de todas las posibles rutas de la red que ayudan a dar soluciones o un diagnóstico reduciendo el tiempo para enviar o recibir información, se puede determinar mediante la dirección IP si el paquete se reenvía, es descartado o por qué se envía a otro lugar.
- Se puede gestionar diferentes routers iniciando sesión para ingresar al software modificando diferentes opciones que permiten cambiar contraseñas para iniciar sección, cifrar la red, crear reglas de reenvío de puertos o actualizar el firmware del router (CISCO, 2022).

Los enrutadores y conmutadores son los componentes básicos de todas las comunicaciones empresariales, desde datos hasta voz y video hasta acceso inalámbrico. De esta manera se puede mejorar la base de toda compañía, permitiendo aumentar la productividad, reducir los costos empresariales y mejorar la seguridad y el servicio al cliente (Systems, 2021). Especialmente, los routers y switches permiten:

- **Uso compartido de aplicaciones:** esta herramienta permite a los administradores de la red, incluso aquellos que se encuentran en diferentes ubicaciones, obtener el mismo tipo de acceso a todas sus aplicaciones empresariales, información y herramientas. Adicional pueden proporcionar aplicaciones avanzadas y activar servicios como voz IP, video conferencias y redes inalámbricas.
- **Aumento de la velocidad de acceso a la información:** administrando la información de manera eficiente y comprobar en tiempo real lo que sucede en la red de la empresa.
- **Mejor servicio al cliente:** con el pasar el tiempo los clientes necesitan una respuesta rápida y servicios específicos para la empresa que pueden ser realizados a través teléfono, correo electrónico o el sitio web de la empresa. De esta manera se proporciona acceso

permanente a la información del cliente y mejorando la capacidad de respuesta en base a las necesidades del cliente de manera más rápida e inteligente.

- **Reducción de los costos operativos:** Las tecnologías de routing y switching pueden tener un impacto positivo en la base del negocio. Permite ahorrar gastos mediante el uso de redes compartidas para aplicaciones, además permite tener una red confiable que puede crecer al ritmo del negocio, evitando el tener que reemplazar los dispositivos.
- **Mejora de la seguridad:** reduciendo el riesgo protege la información más importante de la empresa, mediante la configuración de los switches y routers se podrá asegurar los datos importantes de la empresa. Por ejemplo, los routers pueden proteger la red mediante un firewall integrado y el Sistema de proveedor de internet (ISP), software especializado que examina los datos entrantes y ofrece protección contra ataques (Systems, 2021).

### ***Modelo Router ISR4321***

El Router de servicios integrados Cisco 4321 está diseñado para brindar servicios avanzados al entorno de sucursales de pequeñas empresas. Ofrece un rendimiento de pensamiento de 50 Mbps de forma predeterminada. Con el rendimiento de pago a medida que crece, puede aumentar la capacidad de reenvío a 100 Mbps comprando licencias FL-4320-PERF-K9 (Router, 2020).



**Figura 5 Modelo Cisco ISR4321/K9 Router (Router, 2020)**

### **Control de VPN's**

Una Virtual Private Network (VPN) es una excelente herramienta para proteger, unir, distribuir redes, entre otras características a través de VPN que permita tener la privacidad necesaria. Con acceso a internet las comunicaciones estarán más seguras, debido a que navegan dentro de la propia

red de VPN, esta modalidad ayuda aquellos empleados, que están en otra parte del país o del mundo, accediendo a los recursos de la empresa con seguridad (Monroy, 2022).

## **MIKROTIK**

La empresa para la conexión de internet de hardware y software conocida como Mikrotik ha comenzado a operar desde 1996 en el desarrollo de routers y sistemas inalámbricos ISP, cuenta con despachos y atención al cliente en la mayoría de países. En el transcurso de sus servicios a logrado grandes avances tecnológicos como un sistema operativo “RoutersOS” y su propia marca de hardware “RouterBOARD”, la variedad de modelos que permiten realizar múltiples soluciones que proporcionan una amplia flexibilidad, estabilidad y control para todo tipo de interfaces de datos y enrutamiento (LanPixel, 2020).

### **Control de Calidad de Servicio**

Mikrotik dispone de un sistema de Calidad de Servicio (QoS) avanzado que permite tener un acceso a internet bien administrado sobre sitios importantes o la descarga de archivos FTP, P2P o Volp, que mediante su navegación todos tiene la misma prioridad, basado en el programa de calidad “Safe Quality Food (SQF)”, incluso tiene su propio algoritmo PCQ que permite tener una mejor experiencia con un ingreso equitativo para todos los usuarios, con esta solución se podrá organizar, priorizar o racionalizar el ancho de banda disponible, privilegiando aplicaciones interactivas, navegación, correo electrónicos, intercambio de archivos P2P entre otros (Cabrera, 2019).

### **Wifi**

Los routers de Mikrotik cuentan con soportes de wifi con los últimos estándares, a de más cuenta con un protocolo propio de wifi basado en “Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)”, gracias a esta herramienta se pueden desplegar redes corporativas, junto con redes inalámbricas de exterior para Wisp o en este caso Proveedor de servicios de internet (ISP) inalámbrico.

### **Antena**

Una antena es un dispositivo diseñado con el propósito de dirigir o recibir ondas electromagnéticas. La banda de frecuencia de trabajo va a definir el tipo de antena e incluso sus propiedades más importantes, la función básica de la antena consiste en transmitir y recibir información a través de ondas imponiendo en cada caso las condiciones particulares sobre la direccionalidad de la antena,

los niveles de potencia que debe soportar, la frecuencia de trabajo entre otros parámetros (SANCHEZ, 2017).

Las principales características y parámetros que presenta la antena son los siguientes:

- **La ganancia** de una antena son los resultados de la relación que existe entre la potencia radiada y la potencia que se entrega a la antena dividida por el radio “ $r$ ” del área de la esfera.
- **La Directividad** se define como la relación que se presenta entre la densidad de potencia radiada en una distancia “ $r$ ” y la potencia total radiada dividida por el radio del área de la esfera.
- **La eficiencia** de una antena es la relación entre ganancia y la directividad comprendida entre 0 y 1.
- **El ancho de banda** es la cantidad de información que se recibe por cada segundo, cumpliendo los parámetros que presenta cada antena.
- **La polarización** es la figura geométrica que traza el extremo del vector campo eléctrico al variar el tiempo en condiciones de campo lejano. La polarización puede ser lineal, circular o elíptica.
- **La anchura de haz** es un variable de radiación, relacionado con el patrón de radiación. Puede establecer el ancho del haz en -3dB, que es el ángulo entre las direcciones de media potencia en relación con la radiación máxima.
- **El diagrama de radiación** es una representación grafica de las propiedades de radiación de la antena. Se puede expresar el modelo de densidad de potencia radiada o campo eléctrico.

### **Modelo LHG XL 52ac**

La antena LHG XL 52ac proporcionará una capacidad de doble banda. Puede configurar fácilmente el canal de 5 GHz, con una velocidad de hasta 600 Mbps y usar el canal de 2,4 GHz como una conexión de respaldo, automática con una velocidad de hasta 260 Mbps o usar ambas conexiones al mismo tiempo para equilibrar la carga.

La potente antena de 27 dBi 5 GHz / 18 dBi 2,4 GHz proporcionará conexión con una distancia de enlace de hasta 40 km. El diseño de rejilla garantiza la protección contra el viento, puede soportar temperaturas de -40 C° a +70 C°. El elemento de la antena está integrado en la unidad inalámbrica, sin pérdida de cables. Este dispositivo puede manejar las cargas más pesadas gracias a la impresionante CPU de cuatro núcleos y 256 MB de RAM. Tiene un puerto Gigabit Ethernet, un puerto SFP y cumple con 802.3af/at; ¡puede alimentarlo con los interruptores inteligentes.



**Figura 6 Modelo LHG 52ac (MikroTik, 2021)**

## **RADIO MOBILE**

El software de libre distribución ayuda a realizar cálculos de radio enlaces a larga y corta distancia en terrenos irregulares. Con la ayuda de perfiles geográficos y utilizando la información de los equipos (potencia, sensibilidad del receptor, características de las antenas, pérdidas, etc.) que se vayan a simular. El software fue creado en 1998 y se ha ido perfeccionado su diseño específicamente por el ingeniero y radioaficionado canadiense Roger Coudé.

Radio Mobile implementa con buenas propiedades el modelo Longley-Rice, un modelo predictivo troposférico para transmisión de radio sobre terreno irregular en enlaces de medio-largo alcance. Además, hay una serie de utilidades que admiten el diseño y la simulación de enlaces y redes de telecomunicaciones. Los parámetros a introducir para realizar las simulaciones permiten reflejar de forma fiel los equipos reales que se piensa utilizar en la instalación para la que estarían destinados (RADIOMOBILE, 2015).

- Es una herramienta capaz de mostrar resultados fiables mediante simulaciones que aproximan a los valores reales, se puede realizar radioenlaces en diferentes mapas topográficos que contiene superficies terrestres extremadamente irregulares que contengan elevaciones como montañas o cordilleras.



- El software es totalmente gratuito y no contiene ninguna limitación en los parámetros de las características de los equipos para simular, pero hay que realizar una serie de pasos para instalar o actualizar el software y usar todas sus características (Sánchez, 2017).

### **1.5.3. PROVEEDOR DE INTERNET**

#### **CLARO**

La empresa de servicios integrados CLARO de telecomunicaciones líder en América Latina. con la introducción de la plataforma de comunicación, la empresa brinda a todos los clientes una cartera de servicios de soluciones mejoradas de comunicación de línea fija y móvil (línea fija, Internet, datos, televisión paga).

La empresa CLARO impulsa la conectividad y la inversión en el país para unir a los ecuatorianos por aire, mar y tierra a través del satélite Star One D2, el cable de fibra óptica submarino del Pacífico Sur y más de 11.500 estaciones base y cables de fibra óptica. Es una de las más grandes generadoras de empleo en el país con más de 2.800 empleos directos y 300.000 indirectos; además cuenta con más de 5.500 puntos de venta, 70 Centros de Atención a Clientes y canales de atención 24/7. El Consorcio Ecuatoriano de Telecomunicaciones S.A. CONECEL (CLARO) inició sus operaciones en Ecuador en el año 1993, y en el año 2000 pasó a ser parte del grupo América Móvil, empresa líder en servicios integrados de telecomunicaciones en Latinoamérica (CLARO, 2020).

## **CAPÍTULO 2**

### **2.1. DISEÑO DE LA NUEVA RED**

En este capítulo, se muestra el nuevo diseño para la red de telecomunicación, junto al direccionamiento privado y los parámetros de la banda de frecuencia que se van a ofertar en el sector

Unidos Venceremos 2. Para realizar las respectivas simulaciones y análisis de los resultados, de esta manera se reduce la brecha digital existente en dicha zona debido a que la mayoría de los usuarios que residen en la zona rural cuenta con un celular y TV.

El diseño propuesto pretende mejorar la calidad de servicio que con un bajo costo y fácil acceso para todos los usuarios que se encuentren ubicados desde el cantón de Pedro Vicente M. hasta la zona rural Unidos Venceremos 2.

### 2.1.1. TOPOLOGÍA LINEAL

La topología línea es perfecta para redes básicas que recién están empezando debido a que recorre con un solo cable todos los ordenadores que estén conectados a dicha red. Generalmente se unen a la red utilizando una conexión en T.

Las ventajas de la red lineal o en bus es que es muy sencilla de aplicar y económica. El cableado pasa de una estación a otra. Un inconveniente de la topología lineal es que, si el cable falla en cualquier punto, toda la red deja de funcionar. Aunque existen diversos procedimientos de diagnóstico para detectar y solventar tales problemas.

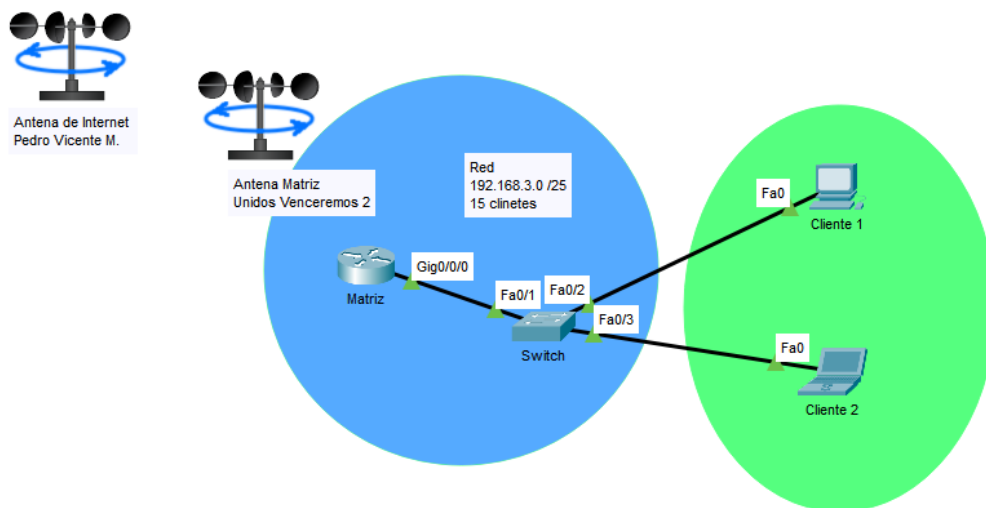


Figura 7 Topología Lineal para Unidos Venceremos 2

### 2.1.2. DIRECCIONAMIENTO IP PRIVADO DE LA RED

El direccionamiento privado son direcciones fijas que se asignan a cada dispositivo conectado a la red privada, domestica o empresarial. Las IP's privadas no son accesibles desde internet y no combinan, el administrador es el único usuario que puede modificar la red (ATICO34, 2020).

Para el análisis de este proyecto se utilizó el rango de clase C, que es el más común y usado para redes domesticas permitiendo tener más de 2.097.152 host conectados. La ip a utilizar es 198.168.3.0 con mascara de 255.255.255.128 como se muestra en la **Tabla 2**.

**Tabla 2 Direccionamiento Ip's de la nueva red**

Ip	Clase C	Rango de Ip
192.168.3.0	/25	192.168.3.1 - 192.168.3.126
IP Matriz		
192.168.3.1		
Direccionamiento		
15 usuarios	Mascara	<b>Broadcast</b>
192.168.3.11	<b>255.255.255.128</b>	<b>192.168.3.127</b>
192.168.3.12		
192.168.3.13		
192.168.3.14		
192.168.3.15		
192.168.3.16		
192.168.3.17		
192.168.3.18		
192.168.3.19		
192.168.3.20		
192.168.3.21		
192.168.3.22		
192.168.3.23		
192.168.3.24		
192.168.3.25		

### 2.1.3. BANDA DE FRECUENCIA

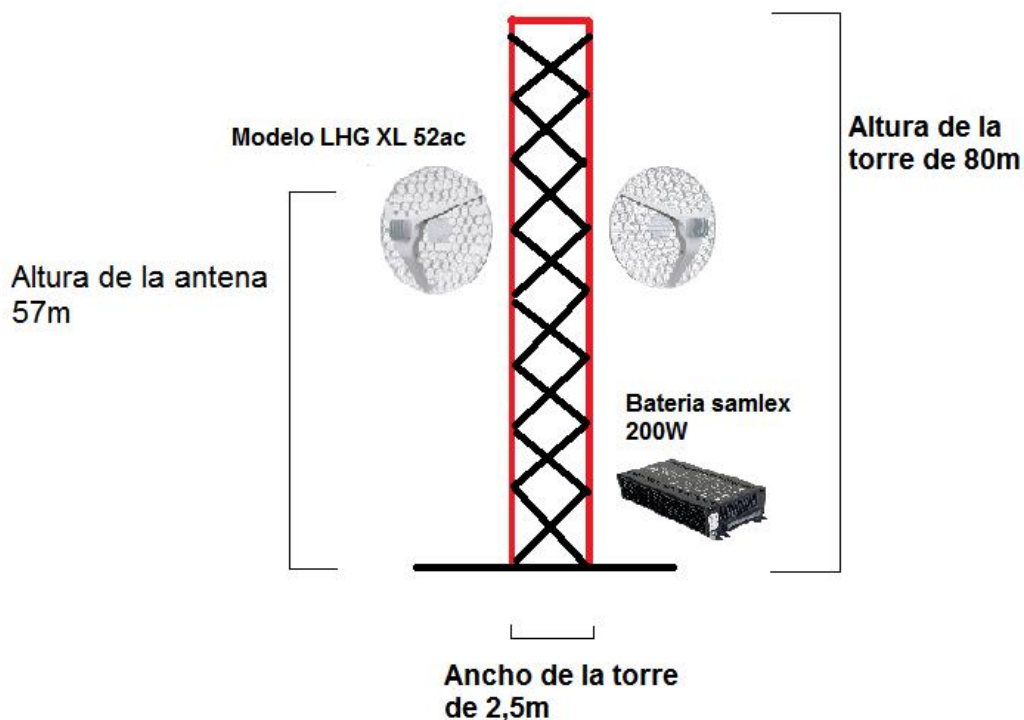
La frecuencia a operar es de 5150 MHz a 5875 MHz debido a que esta es la frecuencia con la mejor trabaja la antena LHG XL 52ac sin perdidas de línea y con una buena zona de Fresnel para el radio enlace.

## 2.2. DISEÑO DEL RADIO ENLACE

Utilizando las torres que se encuentran especificadas en la **Tabla 1** se realizaran los diseños y posteriormente se utilizara el software de simulación Radio Mobile con el cual se realizaran las correspondientes simulaciones, ingresando todos los parámetros necesarios para tener una línea de vista perfecta para que la señal no presente ninguna interferencia, a pesar de las condiciones que presenten los cambios climáticos y se pueda observar los respectivos resultados.

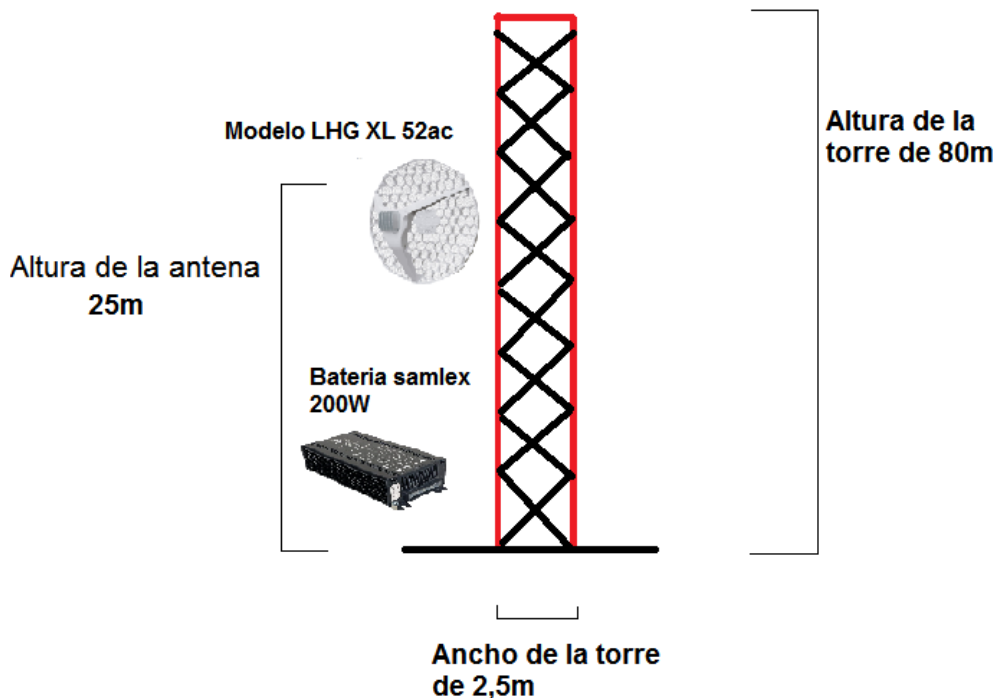
Como se observa en la **Figura 8** las torres que están instaladas en el sector, administradas por el distrito tiene una altura de ochenta metros de alto por dos metros y medio de ancho, la antena **LHG XL 52ac** será instalada a una altura de cincuenta y siete metros debido a que la mayoría de las torres está alejada de la zona urbana y se presentan algunos obstáculos en que por lo general son árboles que impiden que el radio enlace tenga una línea de vista perfecta, por este motivo se realizó las simulaciones a dicha altura.

Las antenas serán proporcionadas de energía con una batería **Samlex de 200w** que le permite funcionar en el caso de que se presente algún fallo eléctrico a la red de la empresa eléctrica o algún problema que se presente en el Radio Enlace.



**Figura 8** Diseño de las antenas

Como se observa en la Figura 9 la altura de la torre disminuye debido a que es el punto final del radio enlace y en dicha torre está ubicada la matriz del proveedor de internet.



**Figura 9 Antena Matriz Unidos Venceremos 2**

Con los diseños para el nuevo radio enlace que se va oferta la zona rural Unidos Venceremos 2, se realizara las respectivas simulaciones y el análisis de los resultados obtenidos del software Radio Mobile.

## **2.3. FUNDAMENTOS JURÍDICOS**

### **2.3.1. REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES (TELECOMUNICACIONES, 2016)**

*El artículo 14 ibídem sobre el otorgamiento y renovación de títulos habilitantes manda: “Para el otorgamiento y la renovación de títulos habilitantes sea por delegación o para entidades y empresas públicas que vayan a prestar cualquier servicio del régimen general de telecomunicaciones o uso y explotación del espectro radioeléctrico, se observarán los procedimientos, requisitos, términos, plazos y condiciones que se establezcan en el*

*Reglamento para Otorgar Títulos Habilitantes que emita el Directorio de la ARCOTEL (TELECOMUNICACIONES, 2021).*

En el respectivo título habilitante se podrá concluir el pago de la contribución del 1% definida con el artículo 92 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones podrá ser cancelada total o parcialmente por los prestadores, mediante la ejecución del plan de inversiones anuales, el cumplimiento de obligaciones de hacer acordadas con el organismo regulador o a través de la prestación de servicios de telecomunicaciones en zonas priorizadas o segmentos vulnerables de población que consten en el Plan de Servicio Universal, previa autorización de las autoridades nacionales competentes (TELECOMUNICACIONES, 2021).

- Los artículos 60, 60.1 y 60.2 del Reglamento General a la Ley Orgánica de Telecomunicaciones ordenan lo siguiente:

*“Art. 60.- Contribución del 1%.- Los prestadores de servicios de telecomunicaciones pagarán la contribución del 1% sobre los ingresos totales facturados y percibidos, de cualquiera de las siguientes formas:*

1. En dinerario; y,
2. Hasta el 50% de la contribución, mediante la implementación de proyectos de prioridad nacional, preferentemente destinados a mejorar la conectividad en áreas rurales o urbano marginales, para reducir la brecha digital, garantizar el servicio universal y la modernización del Estado a través del crecimiento tecnológico; y, mediante la ejecución de obligaciones de hacer o la ejecución de planes o programas relacionadas con la prestación de servicios y ampliaciones de cobertura en zonas rurales, urbano marginales, zonas priorizadas, así como en áreas de especial interés para el Estado ecuatoriano que atiendan segmentos vulnerables de la población que consten en el Plan de Servicio Universal, conforme lo establecido en los artículos 39.1 y en el 91 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones.

La ARCOTEL será la responsable del control, recaudación, verificación, fiscalización y reliquidación del pago de la contribución, cualquiera que sea su modalidad de pago.

El pago, en caso de ser en dinerario, se lo realizará trimestralmente dentro del plazo de quince días siguientes a la terminación de cada trimestre del año calendario, y en caso de efectuarse mediante los mecanismos establecidos en el numeral 2 de este artículo, observará la normativa que emita el ente rector de las telecomunicaciones.

La ARCOTEL podrá realizar reliquidaciones de los valores recaudados del año fiscal inmediatamente anterior, con base en los estados financieros auditados, presentados ante la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros o cualquier órgano competente de ser el caso, las declaraciones del impuesto a la renta e impuesto al valor agregado IVA (originales y sustitutivas) efectuadas ante el Servicio de Rentas Internas y los formularios de desagregación de ingresos, costos y gastos definidos por la ARCOTEL, de los prestadores de servicios de telecomunicaciones, para lo cual deberá emitir las regulaciones que considere necesarias, sin perjuicio de que la ARCOTEL pueda solicitar información técnica, financiera y contable adicional de considerarlo pertinente.

En el caso de que el pago se haya ejecutado mediante la modalidad de proyectos, planes de inversión, obligaciones de hacer o la prestación de servicios de telecomunicaciones, los prestadores conforme las justificaciones presentadas y las declaraciones trimestrales que realice con apego a la normativa y procesos establecidos para el cumplimiento del pago y liquidación de la obligación contenida en el Art. 92 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, realizarán el registro económico y técnico de las inversiones efectivizadas de manera trimestral, las cuales servirán para la liquidación total o parcial de los proyectos, que se realizarán durante los 30 días hábiles posteriores al de la recepción total o parcial del proyecto; y conforme a las facturas de aportes que ARCOTEL debe emitir trimestralmente por el cobro de la obligación antes referida durante el desarrollo del proyecto;

Dichas liquidaciones serán consideradas dentro del proceso de reliquidación anual que pudiera ejecutar la autoridad competente dentro de los plazos establecidos en los Títulos Habilitantes para la prestación de los servicios de telecomunicaciones y en la normativa vigente; tomando como base los estados financieros, balances generales y de resultados, así como toda información financiera debidamente audita que para el efecto los prestadores de servicios de telecomunicaciones presentarán a la ARCOTEL.”

*“Art. 60.1.- A efectos del cumplimiento del numeral 2 previsto en el artículo precedente, los planes, programas o proyectos presentados por iniciativa de los prestadores de servicios de telecomunicaciones, deberán estar orientados y valorados exclusivamente a costos, es decir sin contemplar rentabilidad alguna y deberán adecuarse en su formulación y postulación a los lineamientos y metodología que expida el Ministerio de Telecomunicaciones. Para el establecimiento del modelo de determinación y valoración de proyectos, el ente rector de las Telecomunicaciones utilizará valores referenciales de mercado que consten en bases de datos de entidades públicas, gremiales o especializadas; así mismo, podrá contar con el*

*apoyo y asesoría de organismos internacionales especializados en materia de telecomunicaciones.”*

El proceso de aprobación y ejecución de planes, programas y proyectos previstos lo lleva a cabo directamente el proveedor de servicios de telecomunicaciones sin la aplicación de leyes básicas de contratación pública y reglamentos relacionados.

Cada año, la agencia de gestión financiera emite una opinión favorable sobre la sostenibilidad fiscal y es posible que el proyecto se implemente durante varios años.

Los planes, programas o proyectos implementados por los proveedores de servicios de telecomunicaciones como método de pago de las contribuciones a que se refiere el artículo 92 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, se utilicen para lograr las metas ampliadas contratadas por los proveedores de servicios de telecomunicaciones. Telecomunicaciones, u otras obligaciones especificadas en un contrato de concesión o garantía como parte de un plan de expansión del servicio.

Los programas y proyectos de servicio universal a ser ejecutados por los prestadores de servicios de telecomunicaciones, deberán adecuarse plenamente a las categorías previstas en el Plan de Servicio Universal, entre las cuales se considerará, de manera no taxativa (Telecomunicaciones, 2016), las siguientes:

- a) Provisión de servicios de telecomunicaciones, ampliación de cobertura, conectividad y acceso a Internet.*
- b) Equipos terminales, equipamiento informático, que incluye mobiliario, equipos y materiales auxiliares afines, requeridos para el acceso a los servicios de telecomunicaciones.*
- c) Plataformas y otros servicios digitales desarrollados por los prestadores, para los cuales se hubiesen habilitado los servicios de telecomunicaciones.*
- d) Infraestructura complementaria en el entorno educativo y de salud, que comprende instalaciones básicas e indispensables para la prestación de servicios de telecomunicaciones.*
- e) Inclusión digital, cierre de la brecha digital, capacitación y desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación.*

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información “*podrá priorizar determinadas categorías sobre otras, a efectos de la aprobación de los planes y proyectos postulados, conforme las necesidades del sector y la definición de la política pública.*”



*“Art. 60.2.- La aprobación de los planes, programas y proyectos que serán ejecutados por los prestadores de servicios de telecomunicaciones, sobre los cuales operará el pago parcial de hasta el 50% de la contribución por concepto del servicio universal, será realizada por un comité interinstitucional compuesto por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, quien lo presidirá, el Ministerio de Economía y Finanzas, la Secretaría Nacional de Planificación y la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, la cual participará con voz pero sin voto.”*

El proceso de postulación, valoración, determinación y priorización de los planes, programas y proyectos se tramitará conforme la reglamentación que expida el ente rector de las telecomunicaciones (Telecomunicaciones, 2016).

### **2.3.2. RECOMENDACIONES DE COM/CITEL – PARA CONECTAR A LOS NO CONECTADOS (GENERAL, 2021)**

La Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, a través de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones de la Organización de Estados Americanos (CITEL) y el MINTEL, suscribieron un Memorándum de Entendimiento, el 21 de septiembre de 2021, el cual busca ayudar al Ecuador para implementar las recomendaciones aprobadas por el Comité Directivo Permanente de la CITEL para “Conectar a los no Conectados”, que constan en la Decisión DEC. 108 (XXXVII-20), con miras a fortalecer e implementar la Agenda Digital en el país (General, 2021).

La Decisión DEC. 108 (XXXVII-20) contiene un total de 21 recomendaciones o iniciativas para las administraciones de la CITEL que deseen desarrollar proyectos o iniciativas de expansión de las Telecomunicaciones / TIC en áreas rurales y en áreas desatendidas o insuficientemente atendidas, observando las disposiciones reglamentarias aplicables en cada país (General, 2021). Entre las iniciativas más relevante se puede citar:

- *“Promover la utilización de fondos de servicio universal o fondos de ayuda para proyectos de conectividad dirigidos a zonas rurales, remotas o insuficientemente atendidas.*
- *Emisión de políticas de conectividad rural deberían priorizar tecnologías y proyectos que demuestren sostenibilidad, eficiencia y velocidad de implementación en áreas rurales.*
- *Estimular la inversión, tanto pública, privada y asociaciones público-privadas, así como la asociatividad y la compartición de infraestructura en zonas rurales.*

- *Incentivar participación de pequeños operadores y operadores comunitarios para la atención de zonas no cubiertas a través de medidas de licenciamiento específico, acceso a infraestructura esencial y a programas de fomento de cobertura social.*
- *Promover la cooperación y eliminación de barreras al despliegue de infraestructura entre los gobiernos centrales y los gobiernos locales para resolver los problemas de permisos y derechos de paso.*
- *Promover incentivos específicos para las zonas rurales (inversión, tasas, contribuciones, etc.)”.*

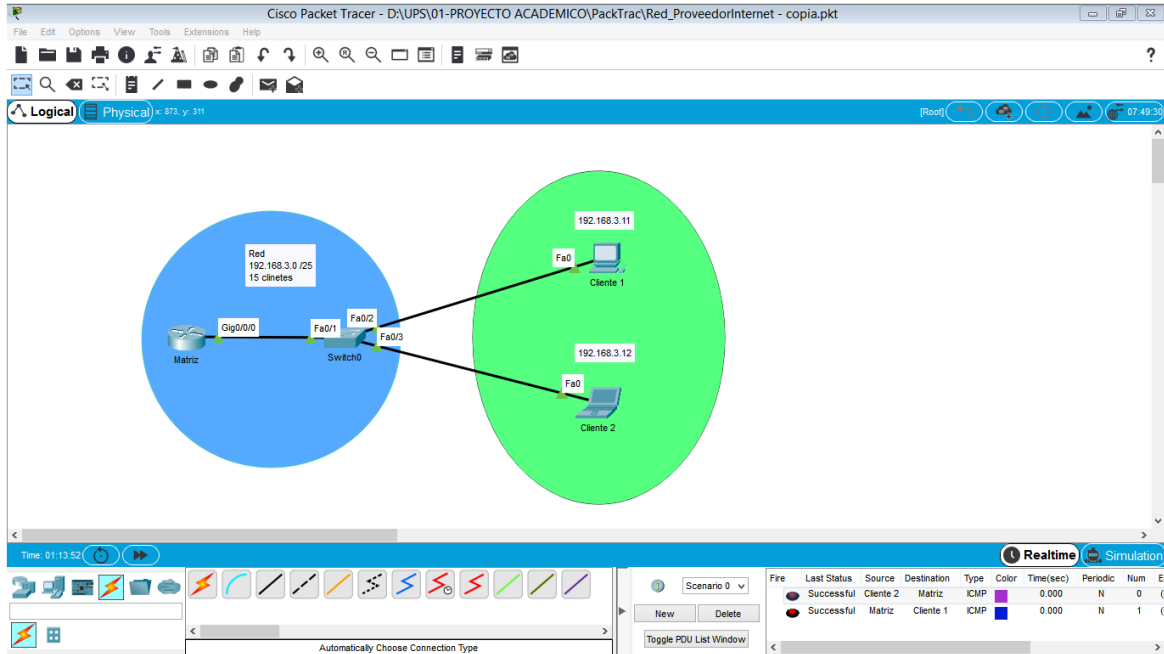
## **CAPITULO 3**

### **3.1. SIMULACIÓN**

Con la ayuda de los programas de simulación se realizará los respectivos análisis de los resultados obtenidos, con una confiabilidad del radio enlace del 99.99% y verificar que las configuraciones implementadas estén correctamente ingresadas, mediante el software de simulación Packet Tracer se realizara un análisis de la nueva red y Radio Mobile se verificara los enlaces punto a punto, que se van a ofertar en la zona rural unidos venceremos dos.

#### **3.1.1. RESULTADOS PACKET TRACER**

Se utilizó la última versión 8.1.1 de Packet Tracer para realizar las respectivas simulaciones para verificar como se está portando la red en respecto al intercambio de información como se muestra en la **Figura 8**.







**Figura 10 Topología en Packet Tracer de la nueva red a ofertan en Unidos Venceremos 2**

Utilizando la Topología lineal o bus como también se le conoce se realizó la simulación a través de un router ISR4321 que recibe el internet que viene a través de un radio enlace que recorre alrededor de 28Km ubicada en Pedro Vicente Maldonado.

A través de una conexión directa con el switch Catalyst 2960 mediante un cable UTP del puerto Gig0/0/0 del router al puerto Fa0/1 del switch, para administrar la distribución de internet a los usuarios mediante una comunicación inalámbrica.

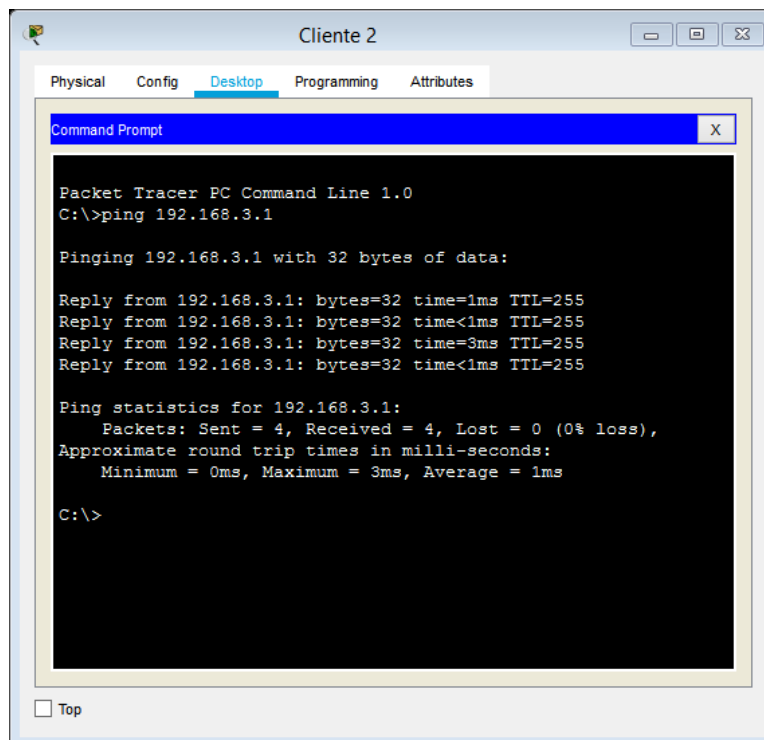
Ingresando el primer cliente en el puerto Fa0/2 y el segundo en el puerto Fa0/3 a través de un cable UTP, debido a que son los más cercanos de los 15 clientes, que se encuentran actualmente viviendo en la zona rural unidos venceremos 2.

En la siguiente **Figura 9** verificamos que los paquetes enviados en la red son recibidos sin ningún problema y de igual manera al momento de enviar información al router principal que se encarga de administrar la red recibe los paquetes sin ningún problema y de manera rápida y eficiente.

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num
	Successful	Cliente 2	Matriz	ICMP		0.000	N	0
	Successful	Matriz	Cliente 1	ICMP		0.000	N	1

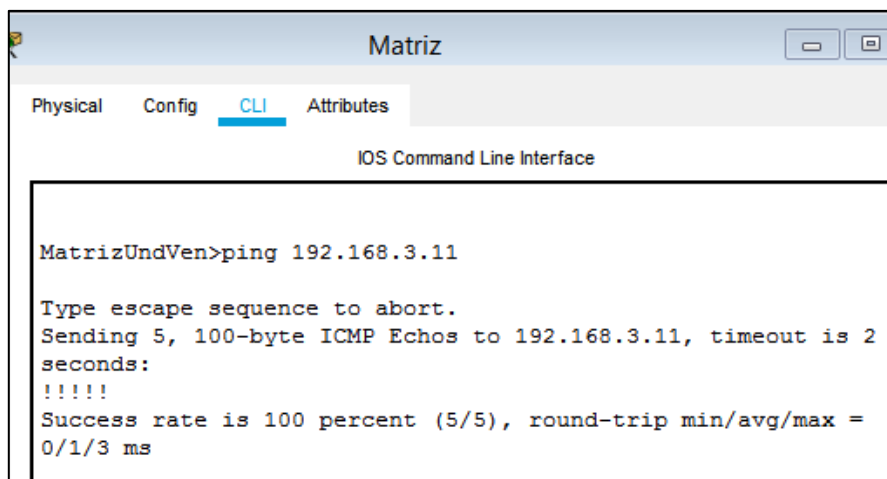
**Figura 11 Resultados del envío de información**

Como se observa en la **Figura 12** se ha realizado un ping del cliente 1 a través del siguiente comando “*ping 192.168.3.1*” para verificar que tenga comunicaciones entre cliente y matriz.



**Figura 12 Intercambio de información del Cliente 2 a la Matriz.**

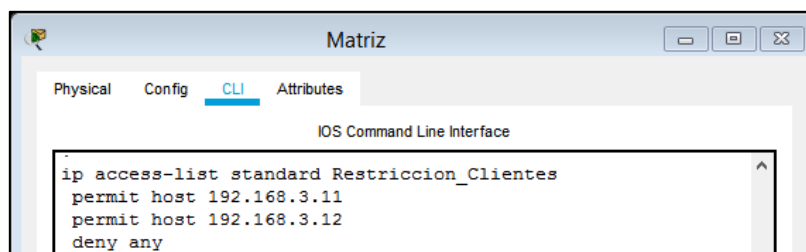
Y de igual forma se procede a ingresar la misma línea de código al CLI del Router matriz con el comando “*ping 192.168.3.11*” para verificar que exista un intercambio de información con el cliente 1 como se observa en la **Figura 13**.



**Figura 13 Intercambio de información de la Matriz al Cliente 1.**

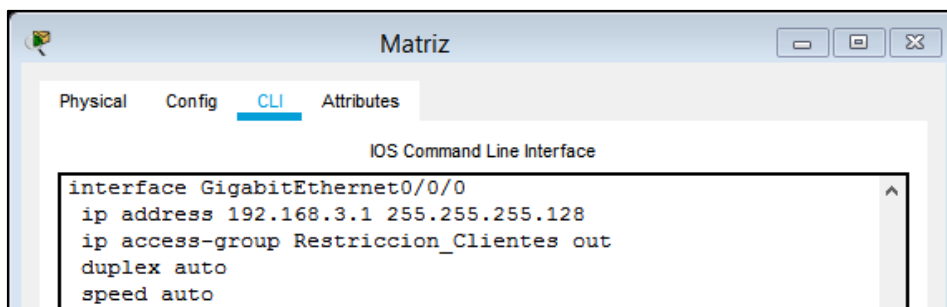
Para restringir el flujo de la red se configura una lista de control de acceso (ACL), que permite controlar el tráfico de equipos de redes, en este caso enrutadores. La principal ventaja es filtrar el tráfico: permitir o deniega el tráfico de acuerdo a las condiciones del Proveedor.

Como se observa en la **Figura 14** primero se crea una lista con el nombre “*Restriccion\_Clinete*” en el cual se configura para que los dos hosts permitan ingresar a la red sin ningún problema y al final denegamos con el comando “*deny any*” para restringir el acceso a los hosts que no se encuentren registrados.



**Figura 14 Lista de los Host que pueden acceder a la red**

Y por último se configura la ruta por el cual está conectado los hosts en este caso la interfaz GigabitEthernet0/0/0 como se visualiza en la **Figura 15**, se realizará el acceso de la lista creada para que permita el intercambio de información.



**Figura 15** Permiso a través de la Interface GigabitEthernet0/0/0.

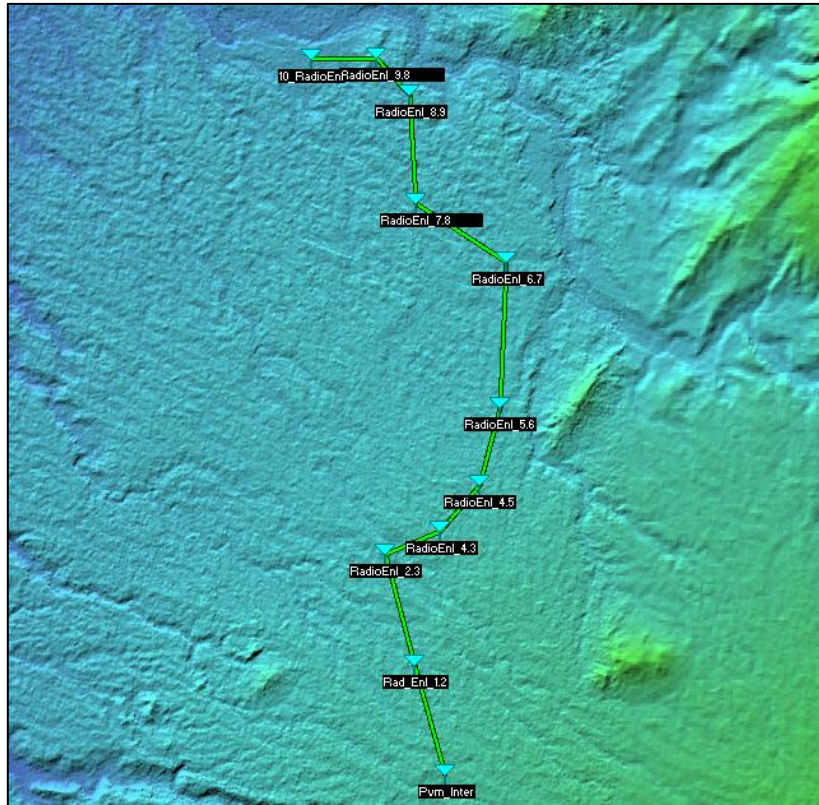
### 3.1.2. RESULTADOS RADIO MOBILE

El software de simulación para radio enlaces Radio Mobile permite analizar múltiples enlaces variando la distancia y los cambios climáticos, con esta gran ventaja se implementó dieciocho radios enlaces para ofertar a la zona rural Unidos Venceremos 2 en el cantón de Pedro Vicente M.

Como se observa en la **Figura 10** se muestra el esquema del radio enlace finalizado con un total de 10 antenas para el esquema del Radio enlace y en la **Tabla 3** las características de la antena que se implementaron en la simulación.

**Tabla 3** Parámetros de la Antena LHG XL 52ac

<b>Product code</b>	RBLHGG-5HPacD2HPnD-XL	
<b>CPU</b>	Quad-core ARM Cortex A7, 716 MHz	
<b>Wireless</b>	5 GHz	
<b>Operating frequency</b>	5150 - 5875 MHz	
<b>Supported protocols</b>	802.11a/n/ac	
<b>Number of chains</b>	2	
<b>Antenna gain</b>	27 dBi	
<b>Antenna beam width</b>	15°	7°
<b>Wireless regulation</b>	El rango de frecuencia específico puede estar limitado por las regulaciones del país.	
<b>PoE in</b>	802.3af/at	
<b>Supported input voltage</b>	12 V - 57 V (802.3af/at and passive PoE)	
<b>Operating temperature</b>	-40° C. +70° C	
<b>Dimensions</b>	Ø 550 x 291 mm	
<b>Max power consumption</b>	18 W	
<b>License level</b>	3	



**Figura 16** Radio enlaces de Pedro Vicente M. a Unidos Venceremos 2

El **primer** radio enlace de Pedro Vicente Maldonado donde llega el internet contratado por claro al punto “*Pvm\_Inter*” ubicado en las coordenadas  $0^{\circ}05'40,6''N$   $79^{\circ}03'01.3''W$  a una altura de cincuenta y siete metros en una torre metálica de ochenta metros se conecta a la antena que está ubicada en el sector de la Célica “*1\_RadioEnl*” en las coordenadas  $0^{\circ}9'45.10''N$   $79^{\circ}3'7.20''W$  con los mismos parámetros que la primera antena.

Como se observa en la **Figura 17** el primer radio enlace no presenta pérdidas de línea y tiene una zona de Fresnel de 5,2F1 que significa que tiene una línea de vista muy buena, a una distancia alrededor de 3,54 kilómetros de distancia de la antena “*Pvm\_Inter*” al punto “*1\_RadioEnl*”.

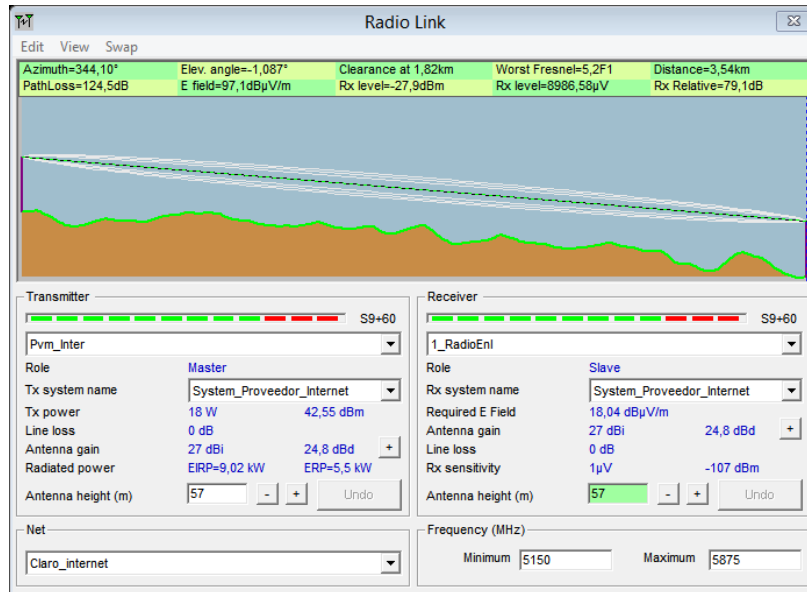


Figura 17 Resultados Radio enlace del Punto “Pvm\_Inter” al punto “1\_RadioEnt”

En la **Figura 18** se observa el direccionamiento de propagación en dirección a la antena “1\_RadioEnt” del punto “Pvm\_Inter”.

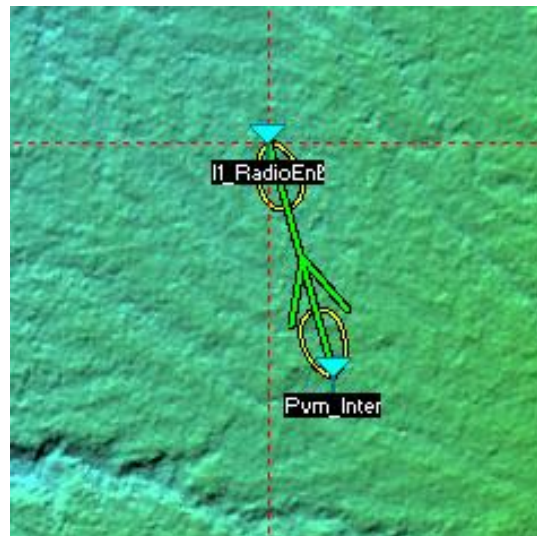


Figura 18 Dirección de propagación al punto “1\_RadioEnt” a través de Radio Mobile

Como se observa en la **Figura 19** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con edificio por que se encuentra en los límites del cantón Pedro Vicente M. o árboles debido a que la altura máxima de los árboles no es superior a 6 o 7 metros.



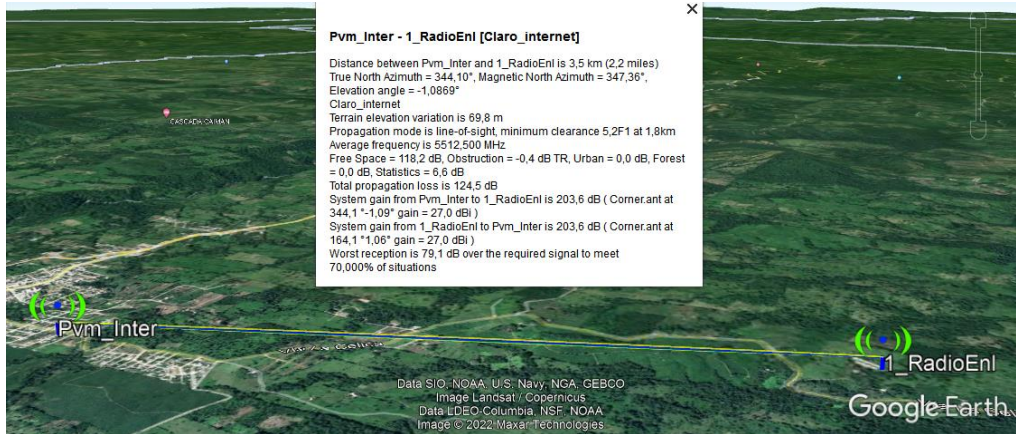


Figura 19 Vista del Radio enlace “Pvm\_Inter” al punto “1\_RadioEn” vista a través de Google Earth

En La **Figura 20** se observa el **segundo** radio enlace con los parámetros que muestra la **Tabla 3**, a una distancia 3,56 km del punto “1\_RadioEn” en las coordenadas **0° 9'45.10"N 79° 3'7.20"W** al punto “2\_RadioEn” en las coordenadas **0°09'22.3"N 79°04'02.4"W**.

Con una zona de Fresnel de 4,5F1 que significa que tiene una buena línea de vista sin líneas de pérdida a una distancia de 3,56 kilómetros. A una altura de cincuenta y siete metros en una torre de ochenta metros de alto.

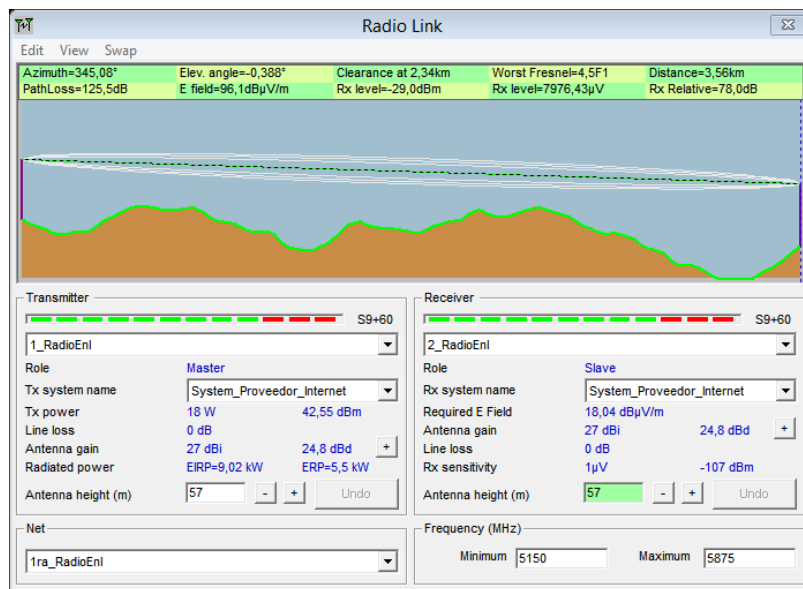


Figura 20 Segundo radio enlace del punto “1\_RadioEn” al punto “2\_RadioEn”

En la **Figura 21** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “2\_RadioEn” del punto “1\_RadioEn”

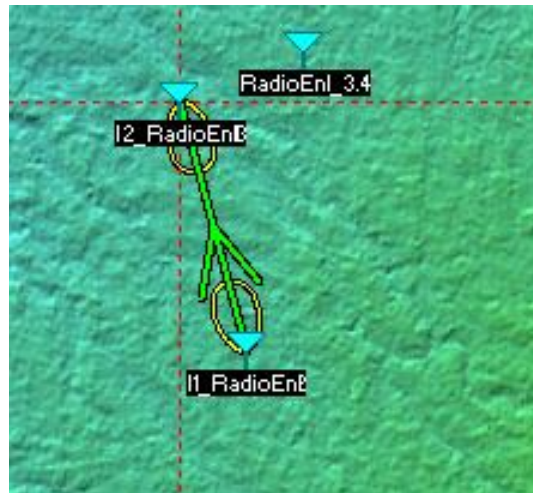


Figura 21 Dirección de propagación al punto “2\_RadioEnl”

En el **tercero** radio enlace es el mismo que el segundo con la diferencia que ahora el punto “1\_RadioEnl” con la variable “Rad\_Enl\_1.2” pasa a recibir la señal y el punto “2\_RadioEnl” con la variable “Rad\_Enl\_2.1” se propone enviar la señal como se muestra en la **Figura 22**.

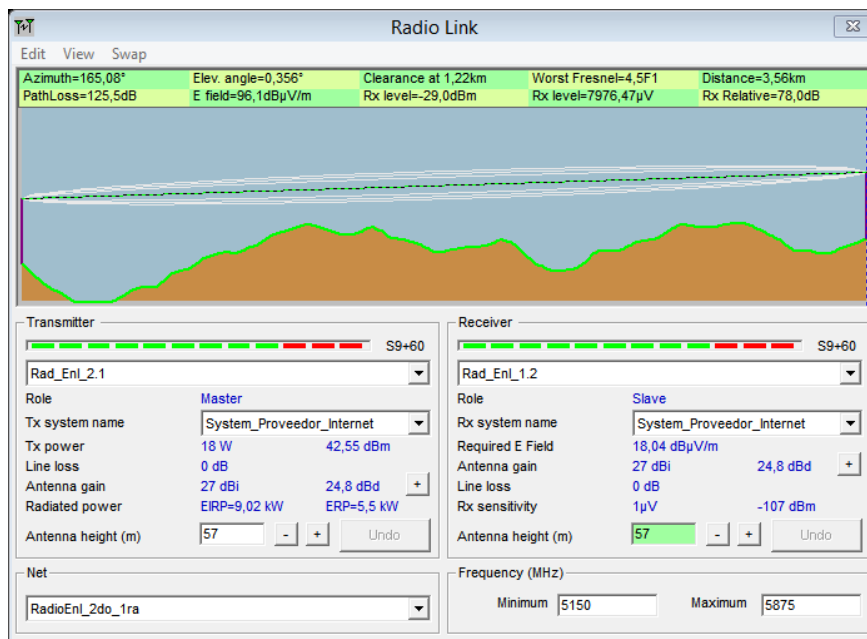


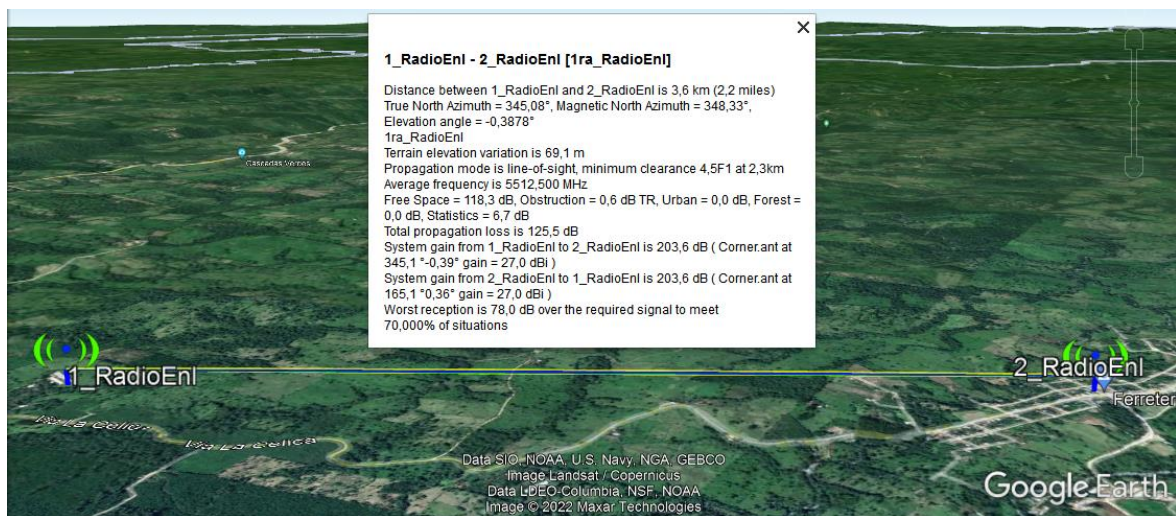
Figura 22 Tercer radio enlace del punto “Rad\_Enl\_2.1” al punto “Rad\_Enl\_1.2”

En la **Figura 17** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “Rad\_Enl\_1.2” del punto “Rad\_Enl\_2.1”.



**Figura 23** Dirección de propagación al punto “Rad\_Enl\_2.1”

Como se observa en la **Figura 18** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con árboles debido a que la altura máxima de los árboles no es superior a 6 o 7 metros y en el pueblo de la Céllica no existen edificación que sobrepasen los 4 pisos.



**Figura 24** Vista del Radio enlace “1\_RadioEnl” al punto “2\_RadioEnl” vista a través de Google Earth

Para el **cuarto** radio enlace del punto “2\_RadioEnl” en las coordenadas **0°09'22.3"N 79°04'02.4"W** en el pueblo de la Céllica y al punto “3\_RadioEnl” en las coordenadas **0° 9'45.10"N 79° 3'7.20"W** en la Finca de la familia Abad.

Como se observa en la Figura 19 presenta una zona de Fresnel de 8.7F1 con una excelente línea de vista con una distancia alrededor de 1,84 kilómetros.

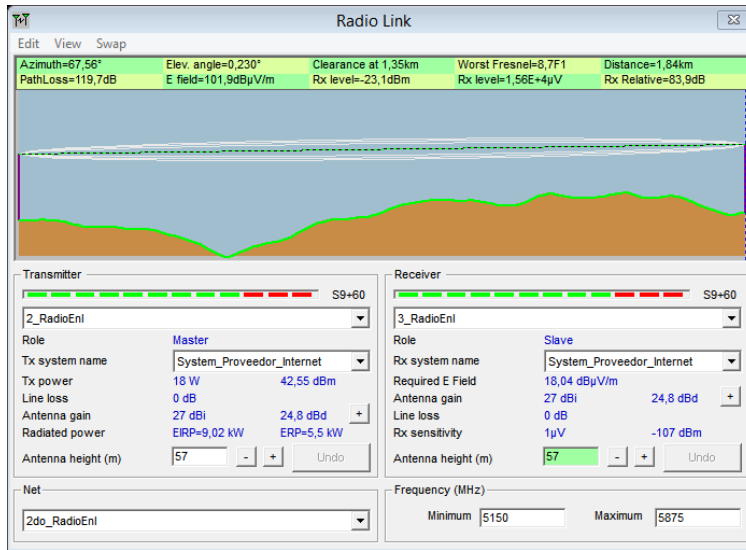


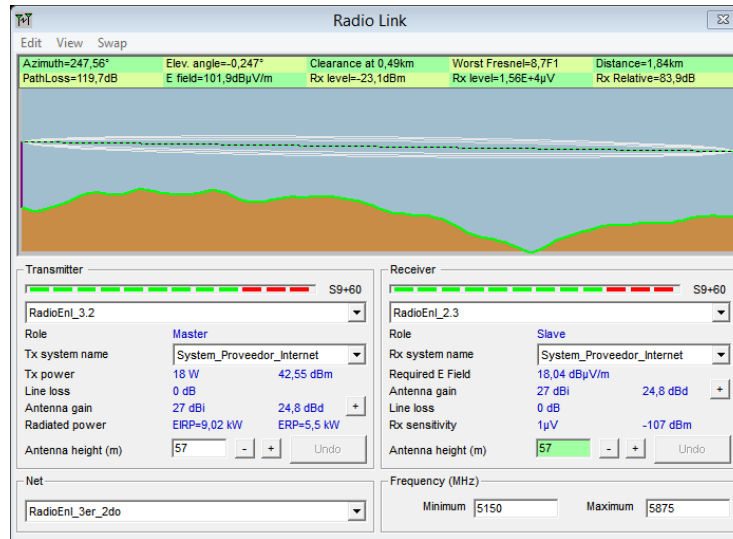
Figura 25 Cuarto radio enlace del punto “2\_RadioEnl” al punto “3\_RadioEnl”

En la **Figura 26** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “3\_RadioEnl” del punto “2\_RadioEnl”.



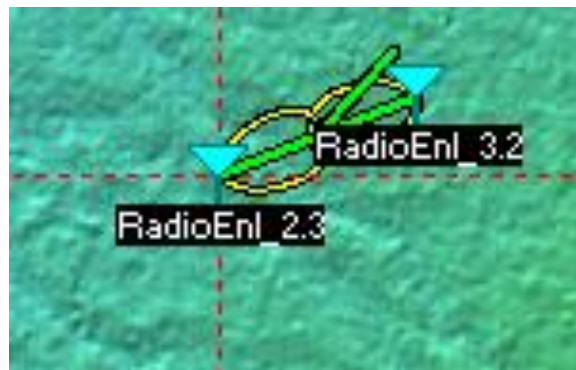
Figura 26 Dirección de propagación al punto “3\_RadioEnl”

En el **quinto** radio enlace es el mismo que el cuarto con la diferencia que ahora el punto “2\_RadioEnl” con la variable “Rad\_Enl\_2.3” pasa a recibir la señal y el punto “3\_RadioEnl” con la variable “Rad\_Enl\_3.2” se propone enviar la señal como se muestra en la **Figura 27**.



**Figura 27** Quinto enlace del punto “*RadEnl\_3.2*” al punto “*RadEnl\_2.3*”

En la **Figura 28** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “*Rad\_Enl\_2.3*” del punto “*Rad\_Enl\_3.2*”.



**Figura 28** Dirección de propagación al punto “3\_RadioEnl”

Como se observa en la **Figura 29** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con árboles debido a que la altura máxima de los árboles no es superior a 6 o 7 metros.



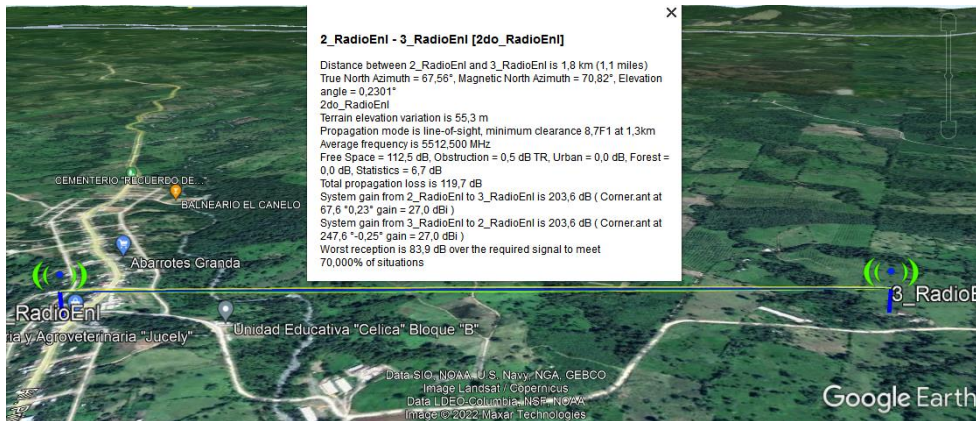


Figura 29 Vista del Radio enlace “2\_RadioEnl” al punto “3\_RadioEnl” vista a través de Google Earth

En el **Sexto** radio enlace con el punto “3\_RadioEnl” en las coordenadas **0° 9'45.10"N 79° 3'7.20"O** en la Finca de la familia Abad conectado al punto “4\_RadioEnl” en las coordenadas **0°10'31.7"N 79°02'26.5"W** ubicada en el barrio El Cisne.

Como se observa en la **Figura 30** presenta una zona de Fresnel de 7,3F1 con una excelente línea de vista con una distancia alrededor de 1,91 kilómetros.

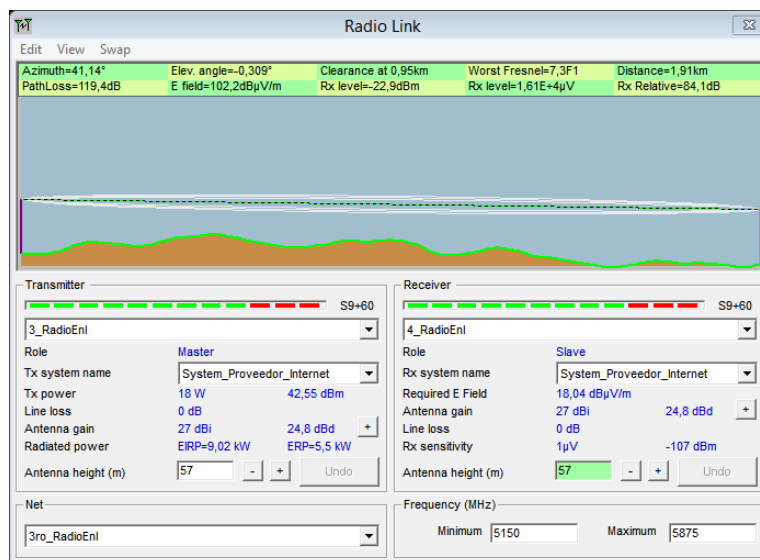


Figura 30 Sexto radio enlace del punto “3\_RadEnl” al punto “4\_RadioEnl”

En la **Figura 31** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “4\_RadEnl” del punto “3\_RadioEnl”.

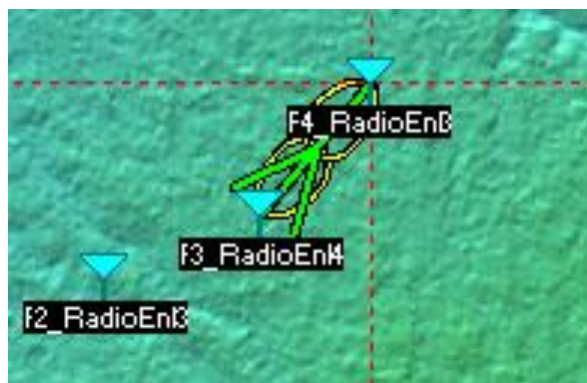


Figura 31 Dirección de propagación al punto “4\_RadioEn1”

En el séptimo radio enlace es el mismo que el sexto con la diferencia que ahora el punto “3\_RadioEn1” con la variable “Rad\_Enl\_3.4” pasa a recibir la señal y el punto “4\_RadioEn1” con la variable “Rad\_Enl\_4.3” se propone enviar la señal como se muestra en la Figura 32.

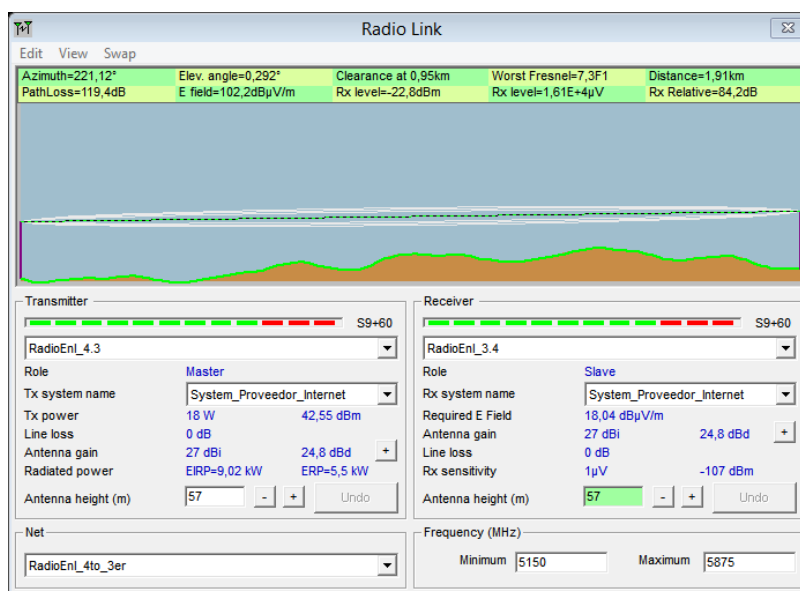


Figura 32 Séptimo radio enlace del punto “RadioEnl\_4.3” al punto “RadioEnl\_3.4”

En la Figura 33 muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “Rad\_Enl\_3.4” del punto “Rad\_Enl\_4.3”.



Figura 33 Dirección de propagación al punto “Rad\_Enl\_3.4”

Como se observa en la **Figura 34** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con árboles debido a que la altura máxima de los árboles no es superior a 6 o 7 metros.

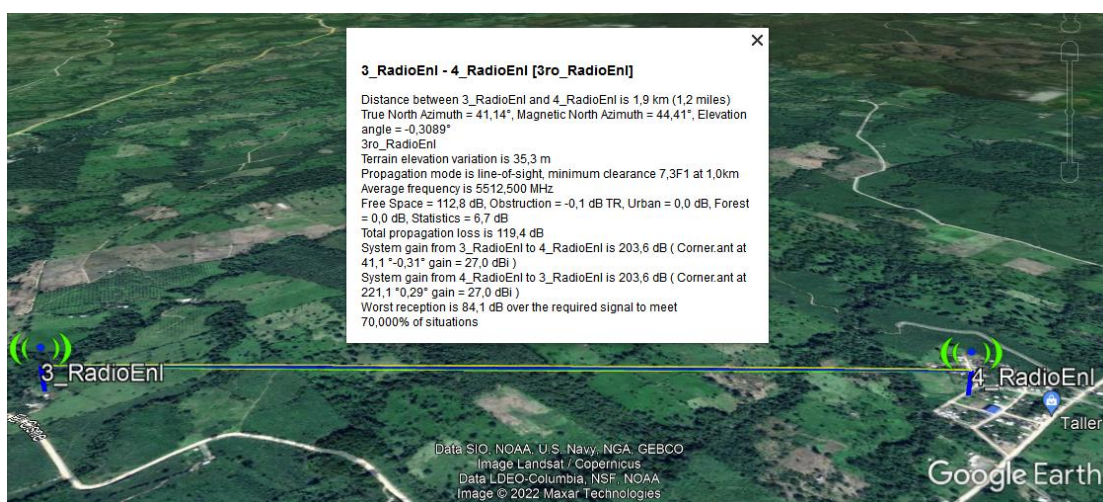


Figura 34 Vista del Radio enlace “3\_RadioEnl” al punto “4\_RadioEnl” vista a través de Google Earth

En el **Octavo** radio enlace con el punto “4\_RadioEnl” en las coordenadas  $0^{\circ}10'31.7''N$   $79^{\circ}02'26.5''W$  ubicada en el barrio El Cisne, conectada al punto “5\_RadioEnl” en las coordenadas  $0^{\circ}11'49.3''N$   $79^{\circ}02'06.4''W$  ubicada en la Finca La Bonita.

Como se observa en la **Figura 35** presenta una zona de Fresnel de 8,3F1 con una excelente línea de vista con una distancia alrededor de 2,47 kilómetros.



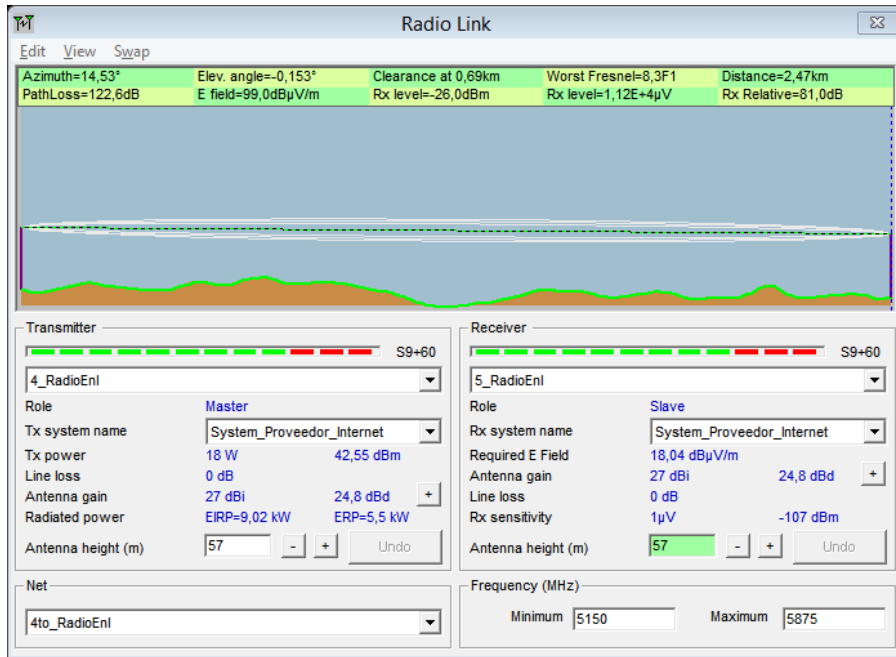


Figura 35 Octavo radio enlace del punto “4\_RadioEnl” al punto “5\_RadioEnl”

En la **Figura 36** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “4\_RadioEnl” del punto “5\_RadioEnl”.

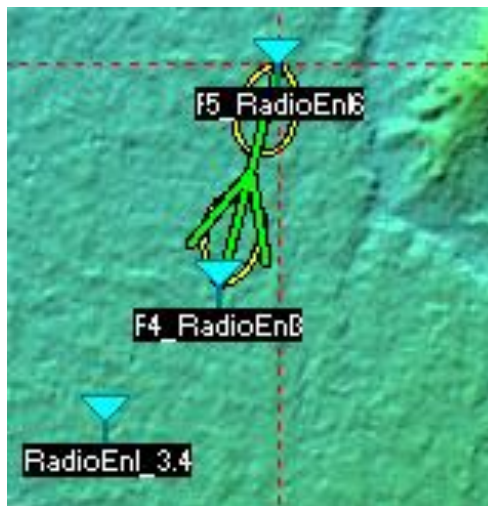
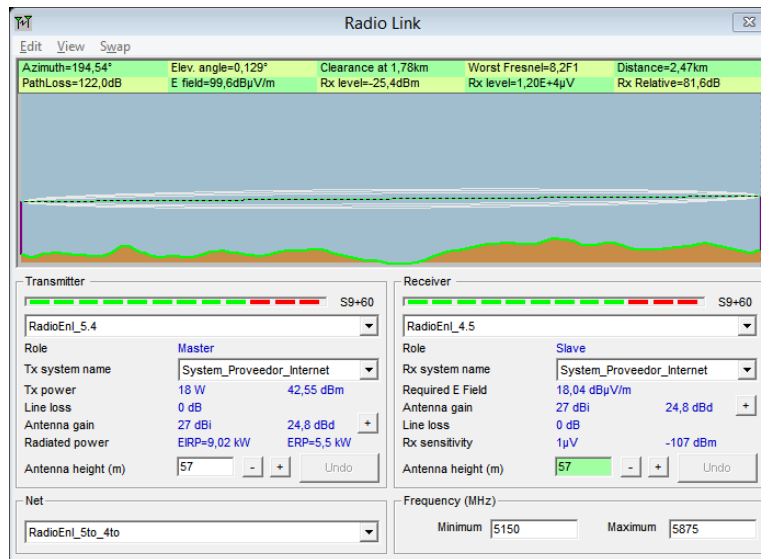


Figura 36 Dirección de propagación al punto “4\_RadioEnl”

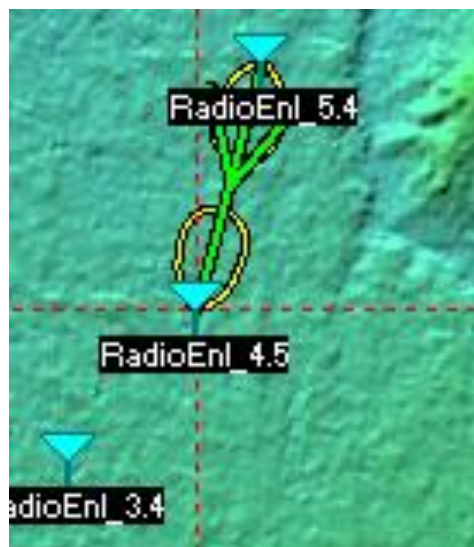
En el **noveno** radio enlace es el mismo que el octavo con la diferencia que ahora el punto “4\_RadioEnl” con la variable “Rad\_Enl\_4.3” pasa a recibir la señal y el punto “5\_RadioEnl” con la variable “Rad\_Enl\_5.4” se propone enviar la señal como se muestra en la **Figura 37**.

Como se observa en la **Figura 37**, presenta una diferencia del 0.1F1 en la zona del Fresnel con un valor de 8,2F1.



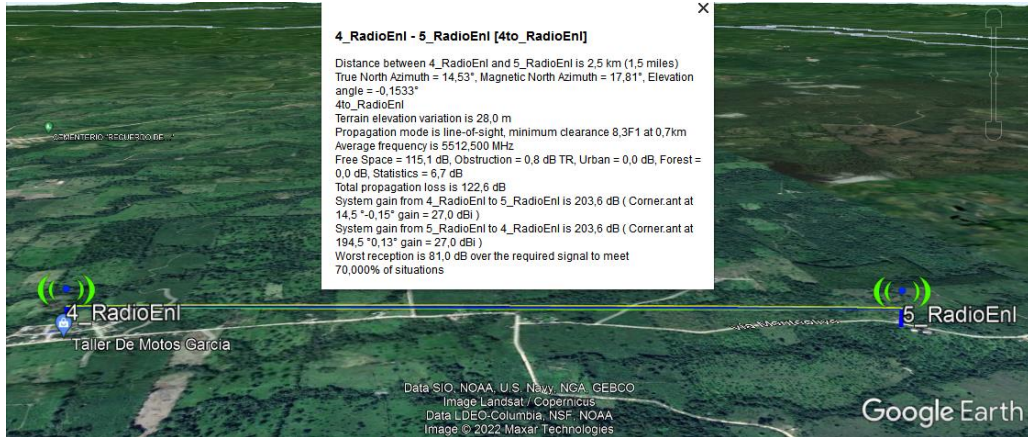
**Figura 37** Noveno radio enlace del punto “RadioEnl\_5.4” al punto “RadioEnl\_4.5”

En la **Figura 38** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “RadioEnl\_4.5” del punto “RadioEnl\_5.4”.



**Figura 38** Dirección de propagación al punto “RadioEnl\_4.5”

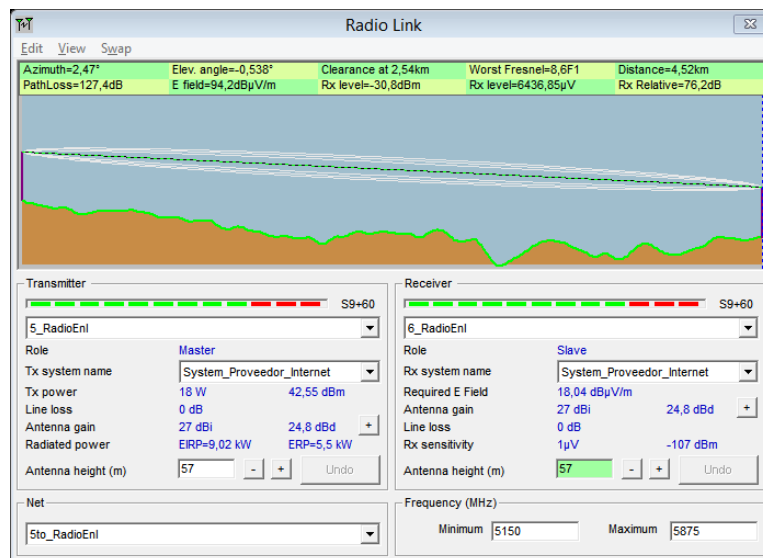
Como se observa en la **Figura 39** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con árboles debido a que la altura máxima de los árboles no es superior a 6 o 7 metros y debido a que se encuentra de la carretera una vez al año dan mantenimiento a esa zona.



**Figura 39** Vista del Radio enlace “4\_RadioEnl” al punto “5\_RadioEnl” vista a través de Google Earth

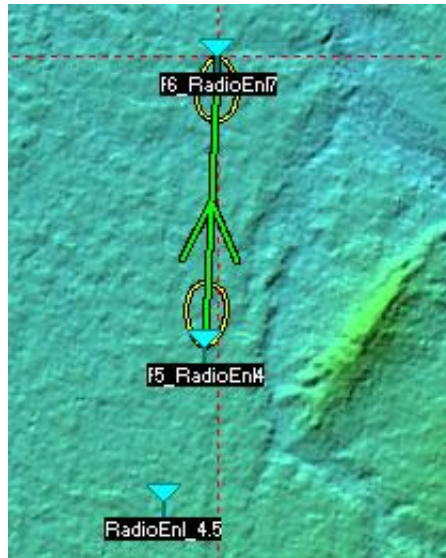
En el **Décimo** radio enlace con el punto “5\_RadioEnl” en las coordenadas **0°11'49.3"N 79°02'06.4"W** ubicada en la Finca La Bonita conectado al punto “6\_RadioEnl” en las coordenadas **0°14'15.6"N 79°02'00.9"W** ubicada en el Pueblo Unidos Venceremos 1.

Como se observa en la **Figura 40**, el radio enlace presenta una zona de Fresnel de 8,6F1 a una distancia de 4,52 kilómetros aproximadamente.



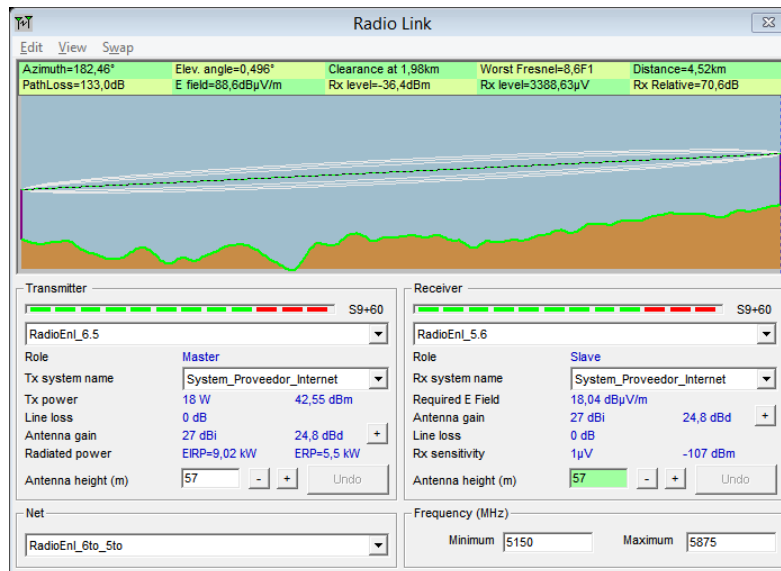
**Figura 40** Decimo radio enlace del punto “5\_RadioEnl” al punto “6\_RadioEnl”

En la **Figura 41** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “6\_RadioEnl” del punto “5\_RadioEn”.



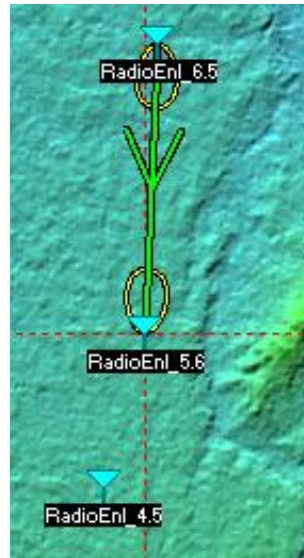
**Figura 41** Dirección de propagación al punto “6\_RadioEnl”

En el **onceavo** radio enlace es el mismo que el décimo con la diferencia que ahora el punto “5\_RadioEnl” con la variable “Rad\_Enl\_5.6” pasa a recibir la señal y el punto “6\_RadioEnl” con la variable “Rad\_Enl\_6.5” se propone enviar la señal como se muestra en la **Figura 42**.



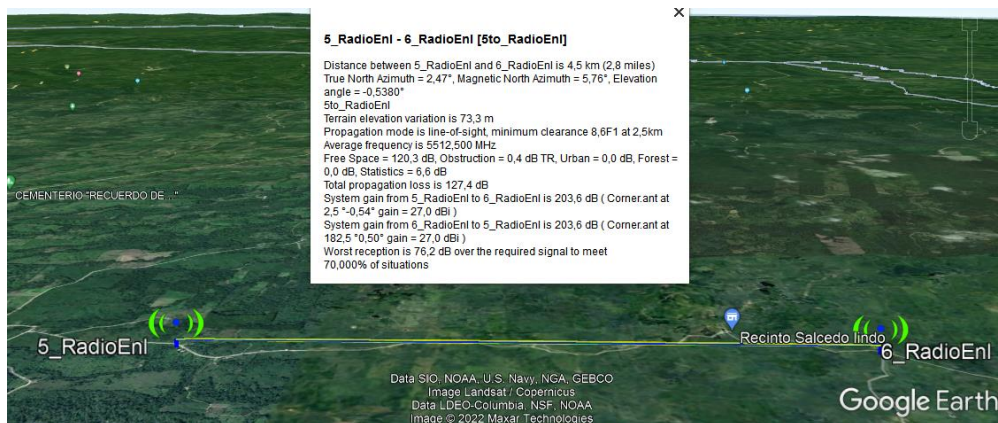
**Figura 42** onceavo radio enlace del punto “RadioEnl\_6.5” al punto “RadioEnl\_5.6”

En la **Figura 43** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “RadioEn\_5.6l” del punto “RadioEn\_6.5”.



**Figura 43** Dirección de propagación al punto “RadioEn\_5.6”

Como se observa en la **Figura 44** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con árboles debido a que la altura máxima de los árboles no es superior a 6 o 7 metros y debido a que se encuentra de la carretera una vez al año dan mantenimiento a esa zona.

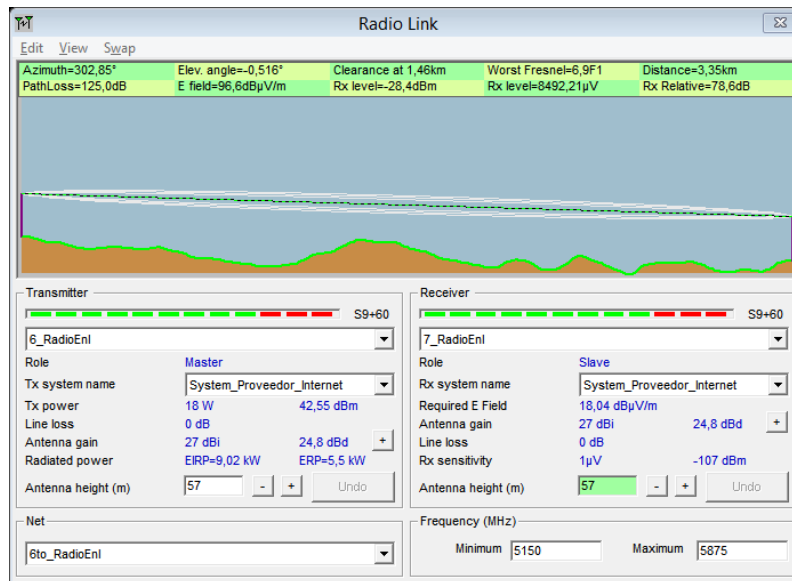


**Figura 44** Vista del Radio enlace “5\_RadioEn” al punto “6\_RadioEn” vista a través de Google Earth

En el **Doceavo** radio enlace con el punto “6\_RadioEn” en las coordenadas **0°14'15.6"N 79°02'00.9"W** ubicada en el Pueblo Unidos Venceremos 1 conectada al punto “7\_RadioEn” en las coordenadas **0°15'14.5"N 79°03'31.3"W** ubicada en el Pueblo 24 de mayo.

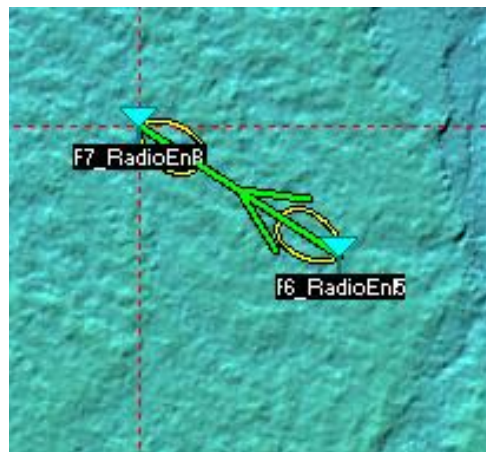


Como se observa en la **Figura 45**, presenta una zona de Fresnel de 6,9F1 a una distancia de 3,35 kilómetros.



**Figura 45 Doceavo radio enlace del punto “6\_RadioEn1” al punto “7\_RadioEn1”**

En la **Figura 46** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “7\_RadioEn1” del punto “6\_RadioEn1”.



**Figura 46 Dirección de propagación al punto “7\_RadioEn1”**

En el **Treceavo** radio enlace es el mismo que el doceavo con la diferencia que ahora el punto “6\_RadioEn1” con la variable “RadEn1\_6.7” pasa a recibir la señal y el punto “7\_RadioEn1” con la variable “RadEn1\_7.6” se propone a enviar la señal como se muestra en la **Figura 47**.

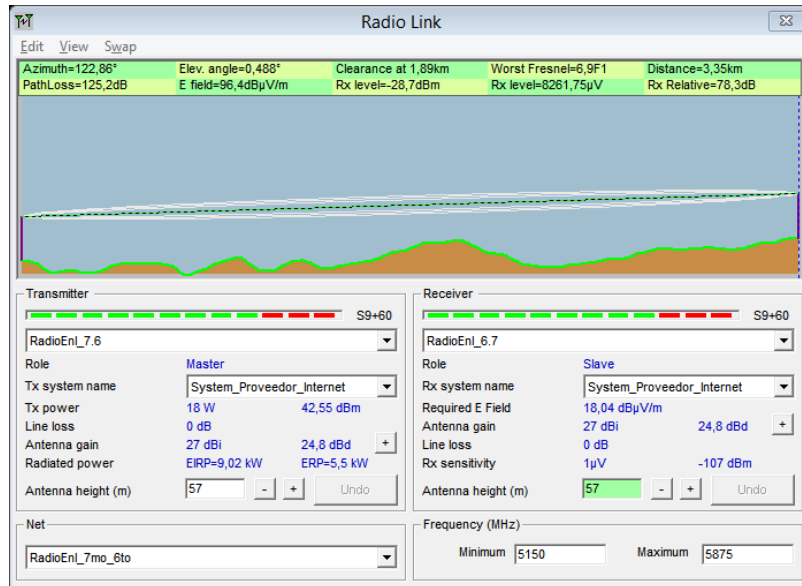


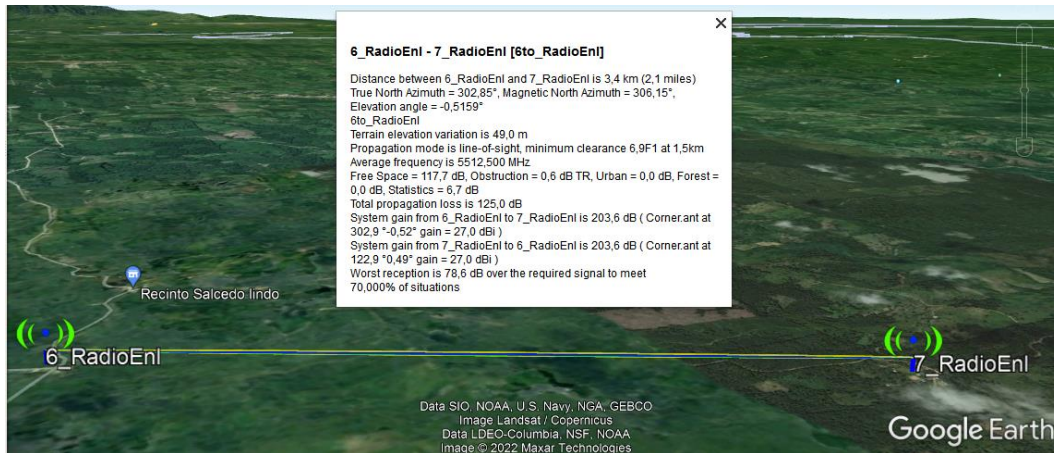
Figura 47 Treceavo radio enlace del punto “6\_RadioEn!” al punto “7\_RadioEn!”

En la **Figura 48** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “RadioEn\_6.7” del punto “RadioEn\_7.6”.



Figura 48 Dirección de propagación al punto “RadioEn\_6.7”

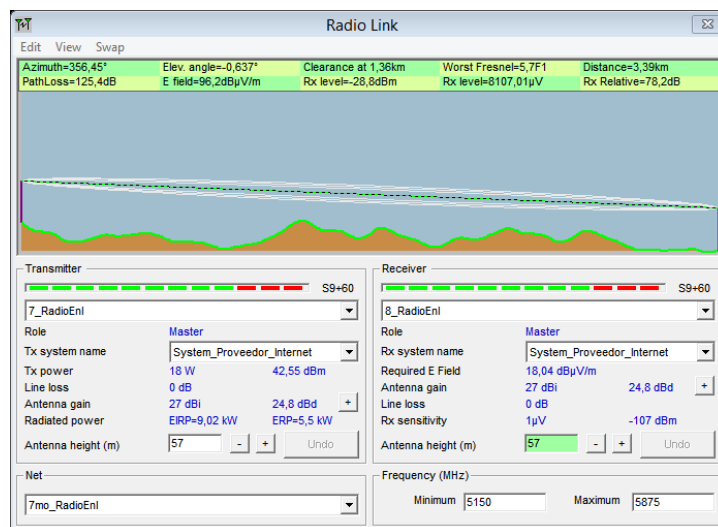
Como se observa en la **Figura 49** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con árboles debido a que la altura máxima de los árboles no es superior a 6 o 7 metros y debido a que se encuentra de la carretera una vez al año dan mantenimiento a esa zona.



**Figura 49** Vista del Radio enlace “6\_RadioEn” al punto “7\_RadioEn” vista a través de Google Earth.

En el **Catorceavo** radio enlace con el punto “7\_RadioEn” en las coordenadas **0°15'14.5"N 79°03'31.3"W** ubicada en el Pueblo 24 de mayo conectada al punto “8\_RadioEn” en las coordenadas **0°17'04.2"N 79°03'38.1"W** ubicada en la Finca Armijos.

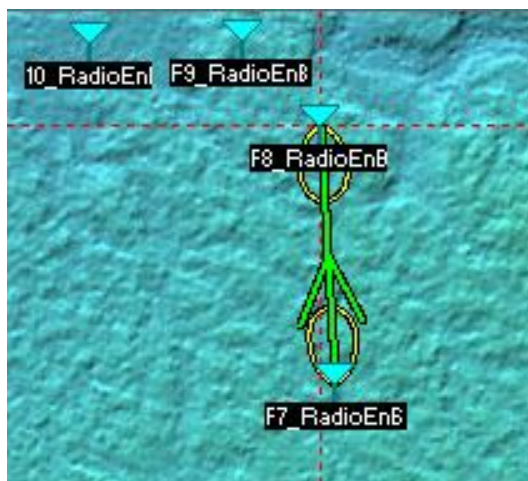
Como se muestra en la **Figura 50**, el radio enlace muestra una zona de Fresnel de 5,7F1 a una distancia de 3,39 kilómetros.



**Figura 50** Catorceavo radio enlace del punto “7\_RadioEn” al punto “8\_RadioEn”

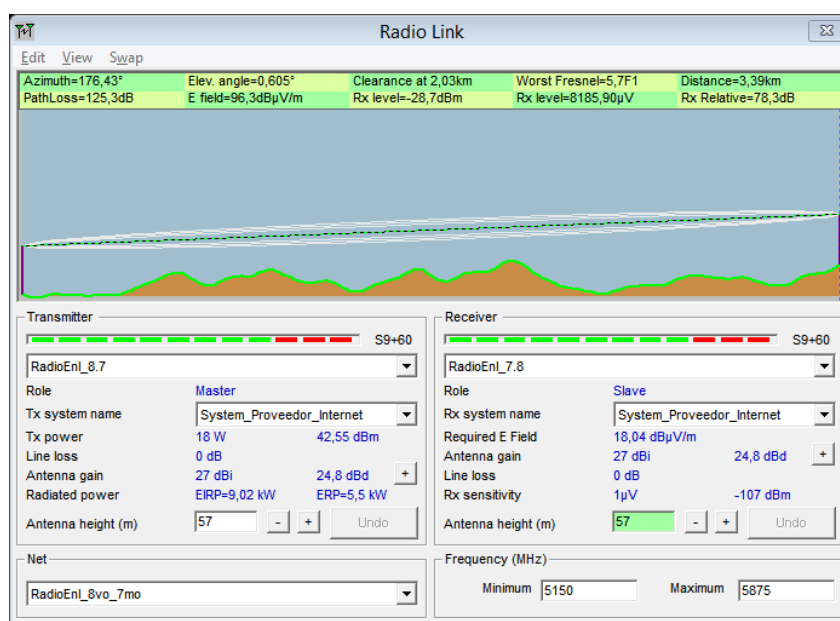
En la **Figura 51** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “7\_RadioEn” del punto “8\_RadioEn”.





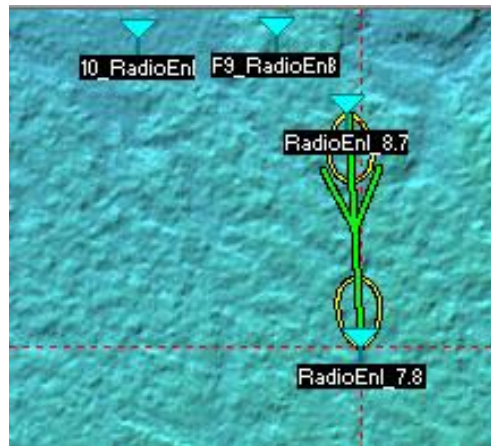
**Figura 51** Dirección de propagación al punto “8\_RadioEn1”

En el **Quinceavo** radio enlace es el mismo que el catorceavo con la diferencia que ahora el punto “7\_RadioEn1” con la variable “RadEnl\_7.8” pasa a recibir la señal y el punto “8\_RadioEn1” con la variable “RadEnl\_8.7” se propone a enviar la señal como se muestra en la **Figura 52**.



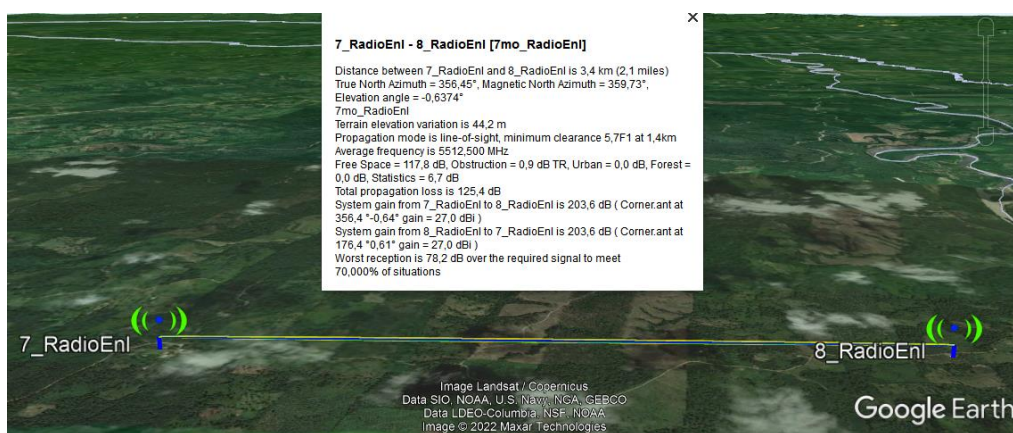
**Figura 52** Quinceavo radio enlace del punto “RadioEnl\_8.7” al punto “RadioEnl\_7.8”

En la **Figura 53** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “RadioEnl\_7.8” del punto “RadioEn\_8.7”.



**Figura 53** Dirección de propagación al punto “RadioEnl\_7.8”

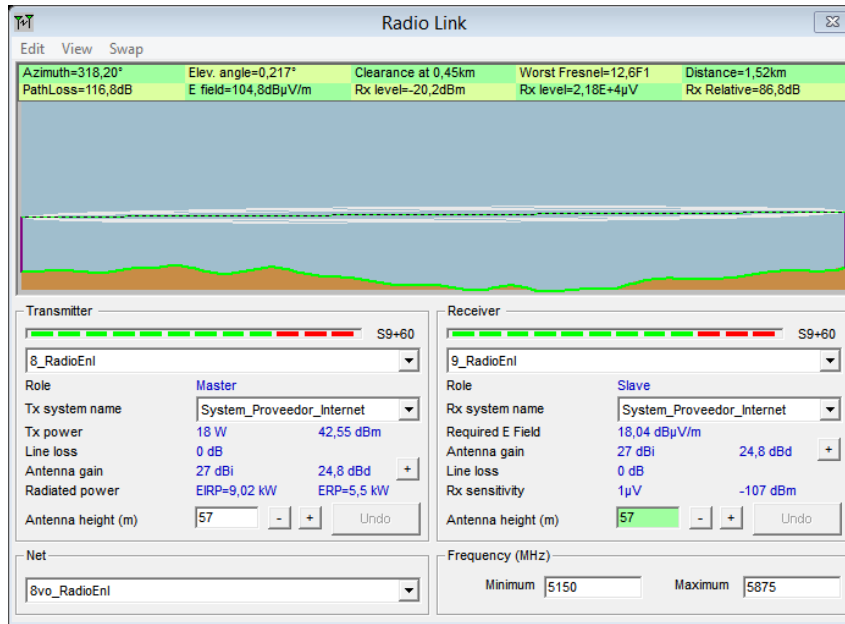
Como se observa en la **Figura 54** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con árboles debido a que la altura máxima de los árboles no es superior a 6 o 7 metros.



**Figura 54** Vista del Radio enlace “7\_RadioEnl” al punto “8\_RadioEnl” vista a través de Google Earth.

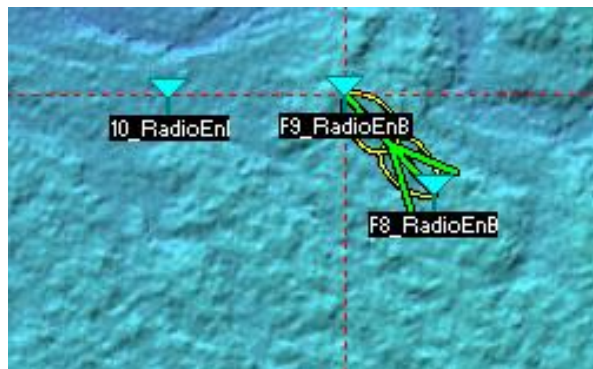
En el **décimo sexto** radio enlace con el punto “8\_RadioEnl” en las coordenadas **0°17'04.2"N 79°03'38.1"W** ubicada en la Finca Armijos conectada al punto “9\_RadioEnl” en las coordenadas **0°17'41.0"N 79°04'11.0"W** ubicada en la Finca Juan Barba.

Como se muestra en la **Figura 55**, el radio enlace muestra una zona de Fresnel de 12,6F1 a una distancia de 1,52 kilómetros.



**Figura 55** Décimo sexto radio enlace del punto “8\_RadioEnl” al punto “9\_RadioEnl”

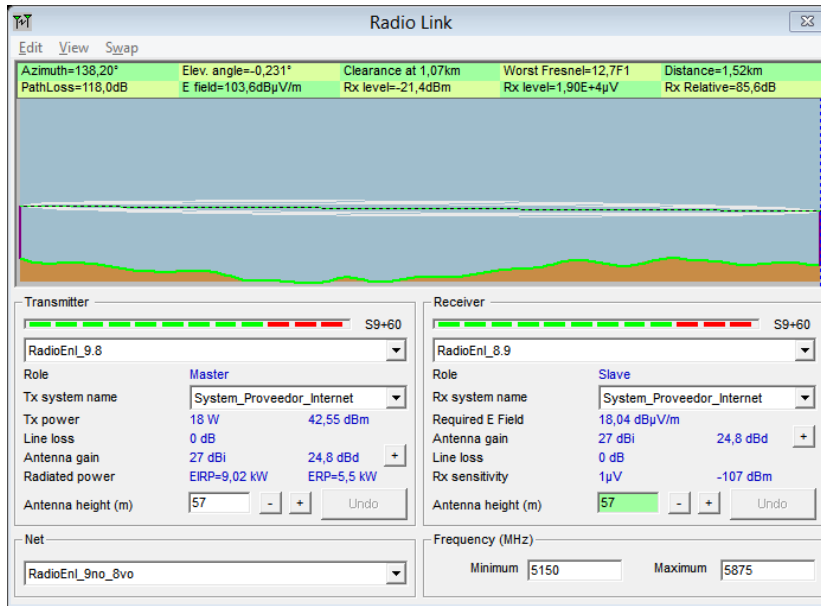
En la **Figura 56** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “9\_RadioEnl” del punto “8\_RadioEn”.



**Figura 56** Dirección de propagación al punto “9\_RadioEnl”

En el **Décimo Séptimo** radio enlace es el mismo que el décimo sexto con la diferencia que ahora el punto “7\_RadioEnl” con la variable “*RadEnl\_7.8*” pasa a recibir la señal y el punto “8\_RadioEnl” con la variable “*RadEnl\_8.7*” se propone a enviar la señal como se muestra en la **Figura 57**.

Como se observa en los resultados de la **Figura 58**, presenta una diferencia de 0,1F1 en la zona de Fresnel con un valor de 12,7F1.



**Figura 57** Décimo séptimo radio enlace del punto “RadioEnl\_9.8” al punto “RadioEnl\_8.9”

En la **Figura 59** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “RadioEnl\_8.9” del punto “RadioEnl\_9.8”.



**Figura 58** Dirección de propagación al punto “RadioEnl\_8.9”

Como se observa en la **Figura 59** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con árboles, sin embargo, se sigue conservando la altura de la antena debido a esta zona tiene fincas de producción de madera y la mayoría de árboles están alrededor de los 10 a 15 metros de alto.

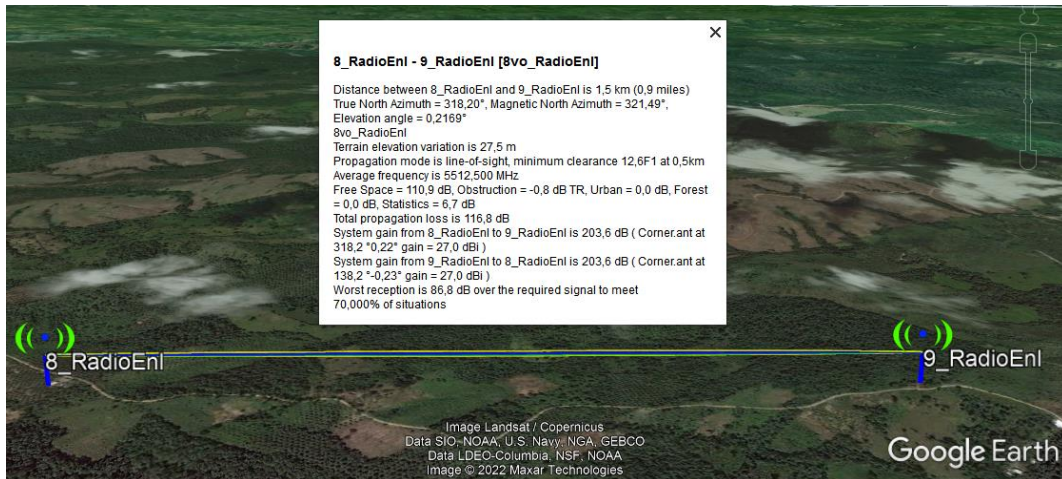


Figura 59 Vista del Radio enlace “8\_RadioEnl” al punto “9\_RadioEnl” vista a través de Google Earth.

En el **décimo octavo** radio enlace con el punto “9\_RadioEnl” en las coordenadas **0°17'41.0"N 79°04'11.0"W** ubicada en la Finca Barba conectado al último punto “10\_RadioEnl” en las coordenadas **0°17'40.1"N 79°05'16.1"W** ubicada en e la zona rural Unidos Venceremos 2, esta antena se encuentra a una altura de 25 metros de alto debido a que es el último punto del Radio Enlace.

Como se observa en la **Figura 60**, muestra una zona de Fresnel de 9,6F1 a una distancia de 2,01 kilómetros.

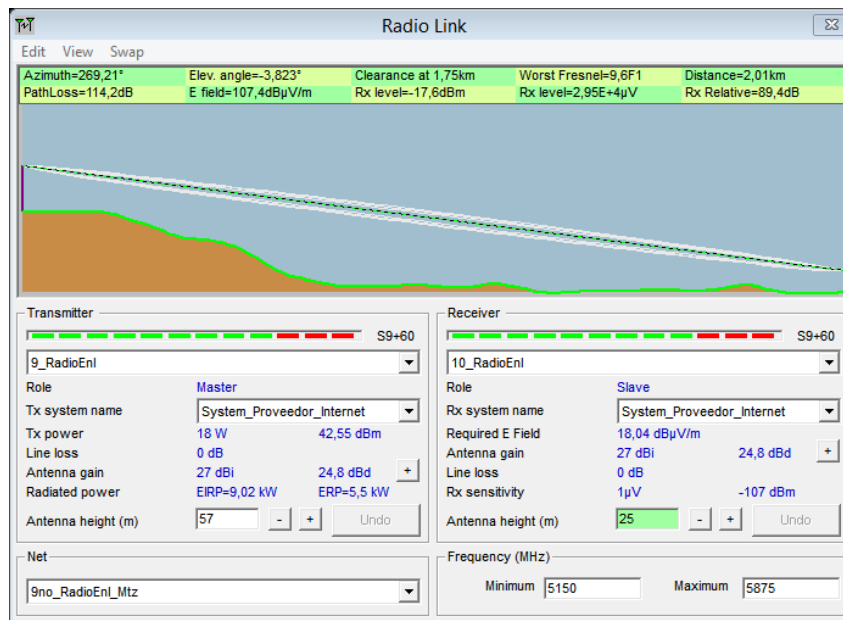


Figura 60 Décimo octavo radio enlace del punto “9\_RadioEnl” al punto “10\_RadioEnl”

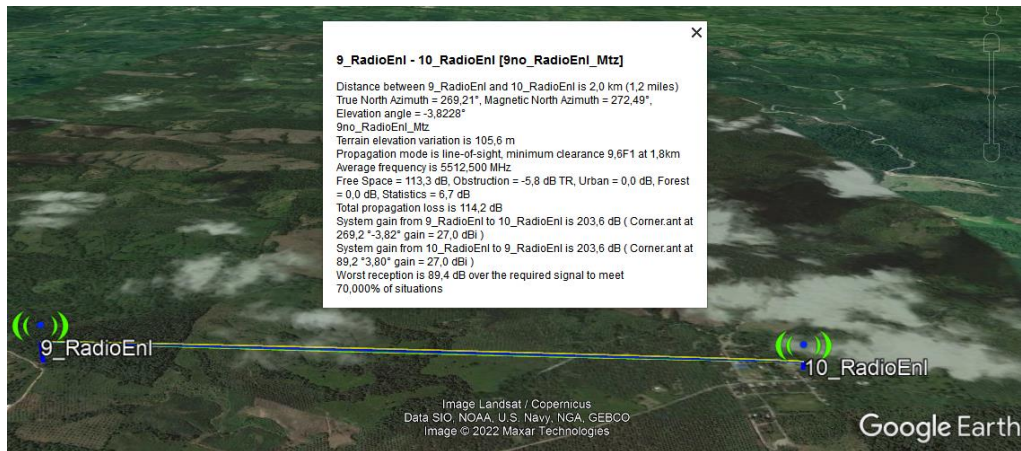


En la **Figura 61** muestra el direccionamiento de propagación de la antena en dirección al punto “10\_RadioEnI” del punto “9\_RadioEnI”.



**Figura 61** Dirección de propagación al punto “10\_RadioEnI”

Como se observa en la **Figura 62** de la vista de Google Earth no presenta ninguna interferencia con árboles, sin embargo, se sigue conservando la altura de la una antena en cincuenta y siete metros de alto y la última antena ubicada a unos veinte cinco metros de alto.



**Figura 62** Vista del Radio enlace “9\_RadioEnI” al punto “10\_RadioEnI” vista a través de Google Earth.

## CAPÍTULO 4

### 4.1. ANÁLISIS FINANCIERO

En el presente capítulo se realizará una estimación de la factibilidad de la infraestructura del proyecto de la red inalámbrica que se va a ofertar a la zona rural de Unidos Venceremos 2, estimando todos los gastos necesarios con un pronóstico de 10 años.

Como se observa en la **Tabla 4** se detalla los modelos que se usaron para las respectivas simulaciones estimando un presupuesto de \$ 9.524,22 dólares de inversión para los equipos.

**Tabla 4 Costo de los equipos**

Equipos	Cantidad	Precio	Total
Router 4321	1	\$ 1.300,00	\$ 1.300,00
Switch 2960	1	\$ 650,00	\$ 650,00
Antena Lhg 52ac	18	\$ 246,99	\$ 4.445,82
Batería Samlex	18	\$ 173,80	\$ 3.128,40
			\$ 9.524,22

En la **Tabla 5** se detalla el presupuesto para el uso de las torres e instalación de los equipos en cada una de las torres, debido a que cada una de ellas se encuentra dentro de una propiedad privada, asegurándonos la seguridad física de los equipos, adicional se realizó un posible descuento en el arriendo de las torres.

**Tabla 5 Presupuesto para el uso de las torres**

Torres	11	Posible Descuento	
Arriendo	\$ 100,00	- \$ 30,00	\$ 70,00
Consumo de energía	\$ 10,00	- \$ 5,00	\$ 5,00
	\$ 1.210,00		\$ 75,00
Instalación	\$ 60,00		
	\$ 660,00		
Total	\$ 1.930,00		

En la **Tabla 6** se observa el gasto total para la instalación y funcionamiento del Radio enlace con su matriz en Unidos Venceremos 2, adicional se ingreso el presupuesto para contratar internet a la empresa de Claro con un total de 100Mg con posibilidad a expandirse.

**Tabla 6 Presupuesto total**

Internet Claro	Megas	Precio
Póliza	100 Mg	\$ 5.000,00
	Total, de Gastos	\$ 15.184,22

En la siguiente **Tabla 7** se presenta lo egresos mensuales que se realizan cada año, implementado un posible descuento que se presente a los 5 años de servicio.

**Tabla 7 Presupuesto de los Egresos mensuales.**

Egresos Mensual	Costo	Posible Descuento
Arriendo	\$ 1.210,00	\$ 75,00
Asistencia al cliente	\$ 5,00	\$ 5,00
Mantenimiento	\$ 8,33	\$ 8,33
	\$ 1.223,33	\$ 88,33

De igual manera se presenta un presupuesto de los ingresos mensuales con un posible aumento de clientes que se vayan incorporando a la red como se muestra en la **Figura 8**.

**Tabla 8 Ingresos mensuales**

Clientes	Megas	Precio	Ingreso mensual
15	20 Mg	\$ 30,00	\$ 450,00
20	20 Mg	\$ 25,00	\$ 500,00
30	30 Mg	\$ 30,00	\$ 900,00

En la **Tabla 9** se presenta el análisis financiero con los ingresos y egresos de cada año con una tasa de interés del 10%, se observa que el presupuesto para el funcionamiento del Proveedor de internet (ISP) tiene un valor negativo debido a que es el ingreso que se debe recuperar en un periodo menor a 10 años.

**Tabla 9 Análisis financiero en un periodo de 10 años.**

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$ 5.400,00	\$ 5.400,00	\$ 5.400,00	\$ 5.400,00	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	\$ 10.800,00	\$ 10.800,00
Egresos	\$ 1.223,33	\$ 1.223,33	\$ 1.223,33	\$ 1.223,33	\$ 88,33	\$ 88,33	\$ 88,33	\$ 88,33	\$ 88,33	\$ 88,33
Tasa de interés	10%									



Io	-\$ 15.184 ,22
----	----------------------

En la siguiente **Tabla 10** se observa el análisis del Van y el Tir de la empresa debido que gracias los resultados obtenidos se puede determinar el periodo de tiempo en el cual se comenzara a tener ganancia, de esta manera se puede verificar si el negocio es rentable o no.

**Tabla 10 Análisis del VAN y el TIR**

Flujo de caja	\$ 4.176,67	1er Año	Van	\$ 19.526,97
	\$ 4.176,67	2do Año		
	\$ 4.176,67	3er Año		
	\$ 4.176,67	4to Año	Tir	30%
	\$ 5.911,67	5to Año		
	\$ 5.911,67	6to Año		
	\$ 5.911,67	7mo Año		
	\$ 5.911,67	8vo Año		
	\$ 10.711,67	9no Año		
	\$ 10.711,67	10mo Año		

Para el 5to año el negocio ya tiene ganancia como se muestra en la **Tabla 11**.

**Tabla 11 Análisis del Var y el Tir en el 5to Periodo.**

Flujo de caja	\$ 4.176,67	1er Año	Van	\$ 1.725,93
	\$ 4.176,67	2do Año		
	\$ 4.176,67	3er Año		
	\$ 4.176,67	4to Año		
	\$ 5.911,67	5to Año	Tir	14%
	\$ 5.911,67	6to Año		
	\$ 5.911,67	7mo Año		
	\$ 5.911,67	8vo Año		
	\$ 10.711,67	9no Año		
	\$ 10.711,67	10mo Año		

## CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis del área desde el cantón Pedro Vicente Maldonado a la zona rural Unidos Venceremos 2, verificando que algunas zonas con respecto a las vías se encuentran en pésimas condiciones pero a pesar de estas adversidades las torres que se usaron para la simulación se encuentran en perfectas condiciones debido a que los dueños de las propiedades donde residen las torres se encargan del mantenimiento y que el radio que cubre la torre es libre de toda maleza u obstáculo, además el Distrito que se encarga de supervisar estas torres realizan un mantenimiento general a todas las torres y la zona o finca donde se encuentren las torres una vez al año.

De esta manera se realizó el diseño de la nueva red en base a las torres más cercanas y que se encuentren en uso facilitando el acceso y monitoreo, la antena que se usó para la simulación LHG XL 52ac de marca Mikrotik presentó un gran desarrollo en la simulación de Radio Mobile con una confiabilidad del enlace del 99,99%, se observan en los respectivos resultados que no se presentan pérdidas de línea y una zona de Fresnel mayor a  $4,5F1$  en todos los radios enlaces, demostrando que la nueva red inalámbrica está funcionando sin ningún problema, de esta manera se puede implementar el radio enlace mejorando la calidad de servicio en la zona rural de Unidos Venceremos 2.

Se determinó la topología de línea o de bus para la simulación de la red debido a que su mayor ventaja es muy económica y fácil de implementar para Proveedores de internet (ISP) que recién están empezando, mediante el envío de información como se observa en la **Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14** conectando dos clientes que son los que más cercanos se encuentran para realizar una conexión directa a la matriz, se observa que todo el paquete de archivos enviados llega sin ningún problema, comprobando que la red se puede implementar sin ningún problema.

Con respecto a los demás clientes se realizará una comunicación inalámbrica debido a que se encuentran a una distancia de 100 y 200 metros alrededor de toda la zona rural Unidos Venceremos 2. De igual manera en el transcurso del radio enlace de Unidos Venceremos 2 y Pedro Vicente M. se encuentran clientes que se les puede ofertar el servicio de internet con un bajo costo, mejorando la señal y su calidad de vida.

Se realizó un análisis financiero determinando el Van y el Tir, de la empresa que va a proveer internet a la zona rural Unidos Venceremos 2, como se observa en la **Tabla 10 y Tabla 11** en un periodo de 10 y 5 años respectivamente la empresa comienza a obtener ingresos demostrando que el negocio es rentable y se puede implementar.

## **ANEXOS**

### **OFICIO PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LAS TORRES**

Quito, 22 de junio del 2022

**SOLICITUD PARA USO DE LAS TORRES UBICADAS EN LA  
ZONA RURAL UNIDOS VENCEREMOS 2 HASTA PEDRO  
VICENTE MALDONADO**

Mgs. Jorge Romero  
Directora Distrital de Educación 17D12

Presente,

Yo, Kevin David Abendaño Gutiérrez con cédula de identidad 172613741-5 estudiante de la carrera de **Ingeniería en Telecomunicaciones** en la Universidad Politécnica Salesiana, me dirijo a usted muy respetuosamente, con el motivo de solicitarle a usted Magister se me permita usar las torres ubicadas en la zona rural Unidos Venceremos 2 en la escuela 23 de Octubre, hasta el cantón de Pedro Vicente Maldonado para realizar una **investigación** de cómo poner un proveedor de internet en la zona rural de Unidos Venceremos 2.

Solicitarle que me ayude con información sobre las torres que están bajo su control en dicha zona debido que desconozco la ubicación de la mayoría de las torres que están siendo supervisadas desde la zona rural unidos venceremos 2 hasta el cantón de Pedro Vicente Maldonado.

La **tesis de investigación** sobre un proveedor de internet que estoy realizando me ayudara a terminar mi último nivel de ingeniería y posteriormente obtener mi título en la carrera de Telecomunicaciones.

Me despido de usted agradeciendo su atención y pronta respuesta a mi solicitud.

**Atentamente,**



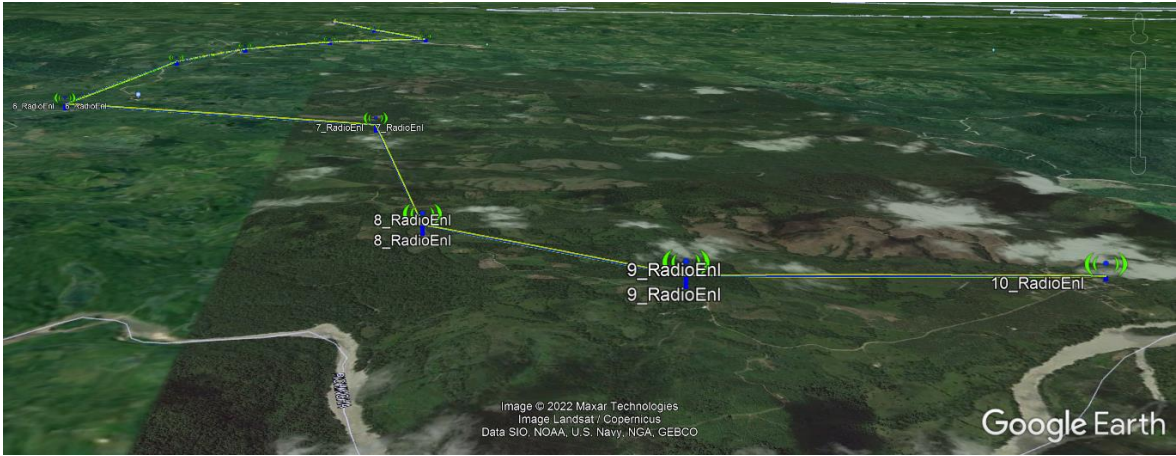
Kevin David Abendaño Gutiérrez  
C.I. 172613741-5  
Telf. 096 381 6808 - 02 369 0547  
Email: keviabhen@gmail.com

Rumichaca y Moran Valverde S/N

Telf: (+593) 02 369 2800 EXT: 2177

Email: admisionesuo@ups.edu.ec  
Quito-Ecuador

**VISTA DE RADIO MOBILE A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH**



**Figura 63 Vista General del Radio Enlace a través de Google Earth.**