ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIOENLACE PARA EXPANSIÓN DE COBERTURA DE INTERNET EN LA PARROQUIA "11 DE NOVIEMBRE" DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Bryan Alejandro Cadena Borja

bryan.cadena01@epn.edu.ec

Bryan Steeven Uzuay Valenzuela bryan.uzuay@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. FANNY PAULINA FLORES ESTEVEZ, MSc.

fanny.flores@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. FABIO MATÍAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, MSc.

fabio.gonzalez@epn.edu.ec

Quito, octubre 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr Cadena Borja Bryan Alejandro y el Sr Uzuay Valenzuela Bryan Steeven como requerimiento parcial a la obtención de los títulos de TECNÓLOGOS EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES, bajo nuestra supervisión:

Fanny Paulina Flores Estevez

DIRECTORA DEL PROYECTO

Fabio Matías González González

CODIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros Cadena Borja Bryan Alejandro con CI: 172177588-8, Uzuay Valenzuela Bryan Steeven con CI: 172543506-7 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin prejuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

Bryan Alejandro Cadena Borja

Bryan Steeven Uzuay Valenzuela

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios por darme la sabiduría necesaria, a mis padres José y Vilma por apoyarme en todo el camino hasta ahora, a mi tía Jenny que fue importante para cumplir esta meta que me ayudó con sus consejos siempre, a mi esposa Karelys y a mi hijo Nicolás que son el motivo por el cual me esfuerzo cada día, a mis amigos Kevin, Leonel, Steeven y Angel que compartimos muchos momentos en esta institución.

Bryan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por día a día bendecirme y lograr mi objetivo, a mi familia por siempre brindarme sus consejos.

A la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), por abrirme sus puertas y lograr mi objetivo de tener un título en esta prestigiosa institución

A los profesores que día a día dieron su esfuerzo y profesionalismo por enseñar, en especial a las ingenieras Viviana Párraga y Fanny Flores que nos brindaron su apoyo para lograr este objetivo.

A la empresa Intelcotopaxi por abrirnos sus puertas y brindarnos todo su apoyo para poder culminar nuestro proyecto.

Bryan

DEDICATORIA

El presente proyecto es dedicado a mi familia, que siempre me dieron una mano cuando necesitaba apoyo, a mi madre que cada día me recordaba lo importante que es culminar los estudios y a mi padre que me enseñó que todo esfuerzo que se realiza siempre tiene un fruto.

A los profesores de la Escuela de Formación de Tecnólogos que me brindaron sus conocimientos y supieron apoyarme en cada momento.

A mis amigos que me apoyaron dándome ánimos para llegar a la meta sin dar un paso atrás.

Steeven

AGRADECIMIENTO

A mi familia, en especial a mi papá y mamá quienes siempre me apoyaron en mis estudios, ayudándome en cada momento que lo necesitaba, en la parte económica o emocional.

A la Escuela Politécnica Nacional y a todos los docentes que conforman la Escuela de Formación de Tecnólogos por haberme ayudado y permitido culminar este nivel de estudio en una de las mejores universidades del país.

Un agradecimiento especial a la Ing. Viviana Párraga e Ing. Fanny Flores por su contribución en toda esta etapa.

Finalmente, a la empresa Intelcotopaxi por abrirnos sus puertas y aceptar que se lleve a cabo la implementación de este proyecto.

Steeven

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INT	RODUCCIÓN1					
	1.1	Objetivo general1					
	1.2	Objetivos específicos1					
	1.3	Fundamentos1					
2	ME	TODOLOGÍA12					
	2.1	Descripción de la metodología usada12					
3	RE	SULTADOS Y DISCUSIÓN13					
	3.1	Diseño del radioenlace13					
	3.2	Determinación de equipos y materiales25					
	3.3	Implementación del radioenlace27					
	3.4	Pruebas de funcionamiento					
4	CO	NCLUSIONES Y RECOMENDACIONES					
	4.1	Conclusiones					
	4.2	Recomendaciones51					
5	RE	FERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS52					
A	NEXO	S55					
A	nexo 1	: Certificado de funcionamiento de proyecto de titulaciÓn1					
A	Anexo 2: Datasheet Radio Mimosa C5C3						
A	nexo 3	: Datasheet Antena Ubiquiti Rocket Dish 34dBi 5G345					
A	ANEXO 4: Datasheet SXT-SA516						
A	ANEXO 5: Certificado de Funcionamiento Intelcotopaxi17						

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Presentación de un enlace en Radio Mobile	2
Figura 1.2 Dashboard Wisphub	4
Figura 1.3 Cliente Wisphub	4
Figura 1.4 Finanzas Wisphub	5
Figura 1.5 Lista de routers Wisphub	5
Figura 1.6 Soporte técnico Wisphub	6
Figura 1.7 Winbox	6
Figura 3.1 Visita técnica a la parroquia "11 de noviembre"	13
Figura 3.2 Radioenlace entre dos nodos	14
Figura 3.3 Mapa Google Earth del nodo "11 de noviembre"	17
Figura 3.4 Coordenadas de los nodos: "11 de noviembre" y "El Salto"	17
Figura 3.5 Distancia entre nodo "11 de noviembre" y "El Salto"	18
Figura 3.6 Coordenadas del nodo principal en Radio Mobile	18
Figura 3.7 Coordenadas del nuevo nodo "11 de noviembre"	19
Figura 3.8 Mapa de los nodos	19
Figura 3.9 Parámetros del enlace	20
Figura 3.10 Topología del enlace	20
Figura 3.11 Miembro - Nodo central	21
Figura 3.12 Miembro - nodo "11 de noviembre"	21
Figura 3.13 Sistema enlace nodo central "El Salto" nodo "11 de noviembre"	22
Figura 3.14 Estilo enlace nodo central "El Salto" nodo "11 de noviembre"	22
Figura 3.15 Enlace entre nodo principal y nodo "11 de noviembre"	23
Figura 3.16 Enlace de Radio	23
Figura 3.17 Enlace de radio inverso	24
Figura 3.18 Salida de la antena Ubiquiti y radio Mimosa de la bodega general	28
Figura 3.19 Desempaque de la antena y platillo	28
Figura 3.20 Ajuste de la antena en el platillo	29
Figura 3.21 Colocación de la radio Mimosa C5c	29
Figura 3.22 Colocación de las protecciones	30
Figura 3.23 Implementación de la antena en la torre de la empresa	30
Figura 3.24 Ajuste de la antena con el platillo	31
Figura 3.25 Alineación de la antena	31
Figura 3.26 Colocación de la radio Mimosa C5c	32

Figura	3.27	Colocación de radio Mimosa C5c	32
Figura	3.28	Protección de la radio Mimosa C5c	33
Figura	3.29	Ajuste de la base de la antena	33
Figura	3.30	Tanque "11 de noviembre" parte inferior	34
Figura	3.31	Tanque "11 de noviembre" parte superior	34
Figura	3.32	Colocación de la antena en el módulo "11 de noviembre"	35
Figura	3.33	Conexión en la central	35
Figura	3.34	Conexión en la parroquia "11 de noviembre"	35
Figura	3.35	Descarga del <i>firmware</i> de la radio	36
Figura	3.36	Firmware instalado e introducción del código único	36
Figura	3.37	Ingreso al equipo Mimosa	37
Figura	3.38	Configuración del radio "El Salto"-"11 de noviembre"	37
Figura	3.39	Configuración de administración radio "El Salto"-"11 de Noviembre"	38
Figura	3.40	Configuración pestaña Enlace radio "11 de noviembre"- "El Salto"	38
Figura	3.41	Configuración de administración radio "11 de noviembre"- "El Salto"	39
Figura	3.42	Respuesta en frecuencia 4 900 - 6 400 (MHz)	39
Figura	3.43	Radioenlace operativo y capacidad final del nodo central	40
Figura	3.44	Radioenlace operativo y capacidad final del nodo "11 de noviembre"	40
Figura	3.45	Armado de antena LHG5 Mikrotik	41
Figura	3.46	Alineación de la antena	41
Figura	3.47	Configuración IP antena cliente	42
Figura	3.48	Configuración DHCP	42
Figura	3.49	Configuración DNS	43
Figura	3.50	Configuración corta fuegos	43
Figura	3.51	Configuración rutas	44
Figura	3.52	Configuración apartado Inalámbrico	44
Figura	3.53	Configuración apartado Inalámbrico	45
Figura	3.54	Protocolo NV2	45
Figura	3.55	Apartado conjunto rápido	46
Figura	3.56	Configuración router	46
Figura	3.57	Configuración IP del router	47
Figura	3.58	Configuración de ajustes inalámbricos del router	47
Figura	3.59	Prueba de velocidad en cliente final	48
Figura	3.60	Código QR del funcionamiento del sistema	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Especificaciones radio Mimosa C5c	7
Tabla 1.2 Especificaciones radio Ubiquiti Rocket M5 Titanium	8
Tabla 1.3 Especificaciones antena Ubiquiti Rocket Dish 5G34	8
Tabla 1.4 Especificaciones router Tenda N300	9
Tabla 1.5 Especificaciones de la antena Mikrotik LHG5	
Tabla 1.6 Especificaciones del AP SXT-SA5 [14]	10
Tabla 3.1 Parámetros calculados y obtenidos en el Radio Mobile	24
Tabla 3.2 Direcciones IP asignadas para nodo "11 de noviembre"	25
Tabla 3.3 Cálculo de la capacidad aproximada del radioenlace	25
Tabla 3.4 Comparación de radios Mimosa y Ubiquiti	
Tabla 3.5 Antenas Ubiquiti Rocket Dish 5G34 y Rocket Dish 5G30-LW	27

RESUMEN

A través del presente proyecto, mediante un radio enlace se conectó el nodo principal ubicado en la parroquia "El Salto" al nuevo nodo que se encuentra en la parroquia "11 de noviembre", ambos nodos pertenecientes a la provincia de Cotopaxi. Dicha implementación se realizó con la finalidad de expandir el área de cobertura de la empresa Intelcotopaxi, proveedora de servicio de Internet. De esta manera, se beneficia a los moradores que viven en esta zona rural ya que los principales proveedores se centran en las zonas urbanas.

El presente documento está estructurado en cinco secciones. En la primera se presenta una introducción que contiene el planteamiento del problema, este se basa en la falta de conectividad a Internet en varias parroquias rurales del país. Además, se presenta los fundamentos teóricos que ayudaron a entender y realizar el radioenlace.

La segunda sección presenta la metodología empleada, en la cual se describe los pasos que fueron necesarios para el desarrollo de cada objetivo específico que se planteó.

La tercera sección, referente a los resultados y discusión, plasma el procedimiento paso a paso para el cumplimiento de cada objetivo, iniciando con el diseño del radioenlace, seguido por la adquisición de los equipos; además la implementación y por último las pruebas desarrolladas en los domicilios de clientes finales.

En la cuarta sección se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas tras la implementación realizada en su totalidad.

Por último, se incluyen las referencias bibliográficas que ayudaron a entender de manera detallada los radioenlaces y los anexos que añaden sustento al proyecto.

Palabras claves: Internet, enlace PTP, NV2, DHCP.

ABSTRACT

Through this project, by means of a radio link, the main node located in the parish "El Salto" was connected to the new node located in the parish "11 de noviembre", both nodes belonging to the province of Cotopaxi. This implementation was carried out with the purpose of expanding the coverage area of the company Intelcotopaxi, Internet service provider. This will benefit the inhabitants living in this rural area, since the main providers are located in urban areas.

This document is structured in five sections. The first section presents an introduction containing the problem statement, which is based on the lack of Internet connectivity in several rural parishes of the country. In addition, the theoretical foundations that helped to understand and carry out the radio link are presented.

The second section presents the methodology used, which describes the steps that were necessary for the development of each specific objective.

The third section, referring to the results and discussion, shows the step-by-step procedure for the fulfillment of each objective, starting with the design of the radio link, followed by the acquisition of the equipment, the implementation and finally the tests carried out at the final customers' homes.

The fourth section presents the conclusions and recommendations obtained after the entire implementation.

Finally, the bibliographical references that helped to understand in detail the radio links and the annexes that add support to the project are included.

Keywords: Internet, PTP link, NV2, DHCP.

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el Internet se ha convertido en una necesidad básica, debido a que permite conectarse con el mundo [1]. A raíz de la pandemia, la comunicación ha sido uno de los principales problemas que surgieron en distintas zonas del país, en especial las rurales. En el año 2020, el 70.7% de los habitantes en Ecuador utilizó Internet, elevándose en un 11.5% más que en el año 2019 [2]. En las zonas rurales aumentó un 14% y en las urbanas 10.4% del total de abonados. Estas cifras fueron publicadas en el último informe que realizó el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) [2].

Uno de estos sectores es la parroquia "11 de noviembre" de la provincia de Cotopaxi. En el presente trabajo se propone solucionar el problema de los moradores de la parroquia que no cuentan con una adecuada conexión a Internet, mediante la implementación de un radioenlace, cumpliendo las necesidades como son calidad, garantía y soporte técnico. Las problemáticas causadas se van a resolver mediante cuatro objetivos que describen el diseño, adquisición de equipos, implementación y la comprobación del servicio en los domicilios de los clientes finales.

1.1 Objetivo general

Implementar un radioenlace para expansión de cobertura de Internet en la parroquia "11 de noviembre" de la provincia de Cotopaxi.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar el diseño del proyecto analizando el sistema inalámbrico mediante una herramienta de *software*.
- Determinar los equipos y materiales que cumplan con las características técnicas para su adquisición.
- Implementar el radioenlace en la parroquia "11 de noviembre".
- Realizar las pruebas del servicio.

1.3 Fundamentos

• Enlace Punto a Punto

Son conexiones para establecer una comunicación entre dos dispositivos que se localizan en diferentes lugares mediante ondas electromagnéticas que se propagan a

través del aire, estos se utilizan para la transmisión de datos o para brindar servicio de Internet, para ello deben tener visibilidad de los puntos [3].

• Radio Mobile

Es un programa libre, que permite realizar los cálculos para radio enlaces de larga distancia en diferentes tipos de terreno. Este utiliza datos geográficos en combinación con la información de los equipos como son la sensibilidad, potencia, ruido, entre otros parámetros y proporciona una imagen como se muestra en la Figura 1.1 [4].



Figura 1.1 Presentación de un enlace en Radio Mobile

Este programa utiliza el modelo *Longley-Rice*, el cual está basado en el análisis estadístico de la superficie terrestre y la teoría electromagnética; este modelo también se puede decir que es empírico-estadístico debido a que predice la mediana de la atenuación de la señal de radiofrecuencias. Además, tiene varias utilidades que ayudan a la creación y proyección del diseño de los enlaces [4].

Los parámetros que se pueden colocar en las simulaciones ayudan a visualizar de manera teórica los equipos, los cuales serán usados en la implementación que se va a realizar.

El modelo puede ser utilizado en dos tipos de modos de predicción:

- Área de cobertura
- Punto a punto

El programa utiliza los datos topográficos del proyecto de la NASA *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM); de estos datos se crean mapas que pueden ser montados a mapas descargados de Internet como *Google Maps, Map Quest*, entre otros.

Este programa permite trabajar con longitudes de trayecto de 1 - 2 000 (km) y también frecuencias de 20 (KHz) a 40 (GHz) [4].

• Dirección IP

Número único dedicado para cada equipo, que consta de 4 cifras separadas por un punto, el número máximo es de 255 [5].

• Dirección MAC

Estas direcciones son únicas a nivel mundial, son colocadas en cada dispositivo después de ser fabricado. Las direcciones MAC se conforman por 48 bits se representan por lo general con dígitos hexadecimales, se agrupan en seis parejas comúnmente se separan con dos puntos o un guion. Tres de las seis parejas nos indican el fabricante y las otras tres parejas nos muestra el modelo [6].

• Wisphub

Es un sistema utilizado por los Proveedores de Servicio de Internet (ISP) y Proveedores de Servicio de Internet Inalámbrico (WISP), el cual se basa en la nube; permite administrar varios o pocos clientes mediante: Colas simples, Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP), Protocolo de Configuración de Huésped Dinámico (DHCP), Protocolo Punto a Punto sobre Ethernet (PPPoE), Control de Ancho de Banda por grupos [7].

Dentro de sus características están:

Dashboard:

Es la pantalla principal donde se presenta el total de clientes existentes, tráfico total tanto de subida como de bajada y los *tickets* generados a la parte de soporte técnico, como se muestra en la Figura 1.2 [7].

					👃 💽 bcadena@intelcotopaxi-cia-ltda
Bryan Tecnico	🚯 Dashboar	rd			
1 Dashboard					
Clientes	Clientes 🖓		Tickets		
		O	1 HOY	0	
		9 AGOSTO	11 PENDIENTES	0	
		677	70	00	
Almacén		TOTAL	AGOSTO		
	C Trafico				
Mi empresa	Útima actualización: 23/08/2021 20 1	9		7777 00 010	
Afilado		TOTAL DESCARGA	63	TOTAL SUBIDA	
	Copyright © 2021 WispHut	5			
	23/08/2021 21:46 - EST -0	5:00			

Figura 1.2 Dashboard Wisphub

Clientes:

En este ítem se puede visualizar el listado de los abonados que se encuentran en el sistema y su ubicación geográfica. También se incluyen nuevos clientes con sus respectivas características como son: Protocolo de Internet (IP), Control de Acceso a Medios (MAC), coordenadas del domicilio, tipo de antenas, tipo de plan de Internet, a qué nodo se encuentra enlazado, entre otros. El sistema permite observar si existe conexión, realizando *ping* al cliente, y verificando el tráfico de red ya sea mensual, semanal o en tiempo real. Aquí se puede activar o desactivar a los clientes por falta de pago, como se muestra en la Figura 1.3 [7].

						👃 🚺 bca	dena@intelcotopaxi-cia-ltda +					
Bryan Tecnico	* l	Lista de Clientes										
Market Clientes	~ Sei	eccione una Zona	+ Agregar Cliente									
	~											
	~ Acci	ión:	✓ Ejecutar 0 seleccionados/a	s								
	 ✓ Most 	rar 10 registros 🖓 👔 💼 🎫 Tabla 🗸	Botones de Acción: 😢 🗢 🗢 🔍 🔺 🕀	≝ = 0	📕 Herramier	ntas 🔹 Buscar	:					
	× .	Nombra	Servicio	In ^	Estado -	Plan	Pointer					
Almacén	× _			ф +	Estad0 -		router +					
	Bu	Buscar Nombre	Buscar Servicio	Buscar Ip	Buscar E	Buscar Plan Int	Buscar Router					
	. O D	GUAMANGATE DIAZ EDWIN EUCLIDES	0727 GUAMANGATE DIAZ EDWIN EUCLIDES	1.2.1.017	Activo	RESIDENCIAL 1	R2_NODO_EL_SALTO					
Mi empresa	00	BUSTAMANTE ELIZALDE BELGICA MARIA	0728 BUSTAMANTE ELIZALDE BELGICA MARIA	1.2.1 055	Activo	RESIDENCIAL 3	R3_NODO_CUICUNO					
E	00	MIGUEL DAVIS OCHOA PINTA	0725 OCHOA PINTA CHRISTIAN SANTIAGO	1. 2.1. 0.1 .50	Activo	RESIDENCIAL 3	R3_NODO_CUICUNO					
IIII Afiliado	00	MIGUEL DAVID MALLA CORDOVA	0726 MALLA CORDOVA MIGUEL DAVID	1 2.1.0. 2.51	Activo	RESIDENCIAL 3	R3_NODO_CUICUNO					
	0 0	JULISSA MARIBEL TOAQUIZA CAYO	0724 JULISSA MARIBEL TOAQUIZA CAYO	1.2.1-0.38.76	Activo	RESIDENCIAL 3	R1_NODO_SAN_BUENA					
	0 0	PAUL ESTALIN YASELGA VALENZUELA	0723 YASELGA VALENZUELA PAUL ESTALIN	1 2.1.).1136	Activo	RESIDENCIAL 4	R3_NODO_CUICUNO					
	0 0	ROSA ELVIRA LEMA DE LA CRUZ	0722 LEMA DE LA CRUZ ROSA ELVIRA	1 2.1 0.2.25	Activo	RESIDENCIAL 2	R2_NODO_EL_SAL					

Figura 1.3 Cliente Wisphub

Finanzas:

En este apartado se realiza la facturación a los clientes, promesas de pagos para que el servicio no sea desactivado en la fecha de corte general, también se puede obtener los pagos pendientes, la búsqueda de facturas de fechas anteriores y un balance general de la parte de contabilidad, como se muestra en la Figura 1.4 [7].

	<u></u>		=				🐥 💽 bcadena@ir	ntelcotopaxi-cia-ltda -
į	Bryan Tecnico		🖹 Li	sta de l	acturas			
20								
-		~	Desde 01/0	7/2021	ŕ	Hasta 01/09/2021		
<u>~</u>		~					-	
		~	Acció	ones en Lote:		✓ Ejecutar 0 select	ccionados/as	
((t·		~~	Mostra	ar 10 registros	220	🏥 Tabla 🗸 Botones de Acción: 💲 🕝 😁 🖻 🖻 🖉 🥥	Buscar	
٥		~~		difference of	Colors A		Oliveta	Early David
1		~		#Factura +	cajero -	-	Cliente	Fecha Pago
			Bu	Buscar #Fac	Buscar Cajero	Buscar Usuario	Buscar Cliente	Buscar Fecha Paj
0		~	•	7507	Thalia Chicaiza	0389-gavilanes-pilaguano-nelson@intelcotopaxi-cia-ltda	GAVILANES PILAGUANO NELSON	23/08/2021 16:05
-			0	7506	Thalia Chicaiza	0626-Iema-condor-ana-lucia@intelcotopaxi-cia-Itda	LEMA CONDOR ANA LUCIA	23/08/2021 16:04
		Ť	0 🗆	7504	Thalia Chicaiza	fo_0105-roman-campana-milton-eduardo@intelcotopaxi-cia-ltda	ROMAN CAMPANA MILTON EDUARDO ROMAN	23/08/2021 11:03
-10		×	• •	7503	Thalia Chicaiza	0678-olmos-olmos-mishel-estefania@intelcotopaxi-cia-ltda	OLMOS OLMOS MISHELL ESTEFANIA	21/08/2021 12:27
			0 0	7499	Thalia Chicaiza	0663-inga-de-la-cruz-gisela-nataly@intelcotopaxi-cia-ltda	INGA DE LA CRUZ GISELA NATALY	19/08/2021 15:22
•			• •	7498	Thalia Chicaiza	mtoaquiza@intelcotopaxi-cia-Itda	TOAQUIZA RAMIREZ MARGARITA ALEXANDRA	19/08/2021 10:49
			•	7496	Thalia Chicaiza	0728-bustamante-elizalde-belgica-maria@intelcotopaxi-cia-ltda	BUSTAMANTE ELIZALDE BELGICA MARIA	01/09/202

Figura 1.4 Finanzas Wisphub

Sistema:

Brinda información sobre los *routers* implementados en toda la red, los planes de Internet disponibles, la ubicación de los nodos y la lista de puntos de acceso activos para cubrir los sectores, como se muestra en la Figura 1.5 [7].

<u></u>		=						bcadena@intelco	topaxi-cia-Itda 👻
Bryan Tecnico		📥 Lista Routers							🕜 Ver ayuda
Dashboard									
Clientes	~			Deter	+ Agrega	ir Router			
Finanzas	~	Mostrar 10 registros (신 것)	🖆 Limpiar Filtro	os Ver/Ocultar Botones	de Accion:	9 «	≓ ✓ Flem	amientas 🗸 🔛 Utilerias 🗸	
🚠 Sistema	~							Buscar:	
la Router		Nombre	lp \$	Usuario 🗘	Api 🌣	Configuración 🗘	Script de Conexión \$	Zona 💠	Acción ¢
		Ruscar Nombre	Buscar In	Buscar Usuario	Buscar Ar	- Buscar Configuració	Buscar Scrint de	Buscar Zona	Buscar
🖶 Zonas		buscal Nombre	buscarip	Duscal Usuanu	Duscal M	Buscar Configuracio	buscai Script de	Duscai zvita	Duscai
₽ AP		R2_NODO_EL_SALTO_GPON		wisphub	True	PCQ	No	R2_NODO_EL_SALTO_GPON	CS. FFF
O Tareas Periodicas						Amarre IP/Mac			
Plantillas		R1 NODO SAN BUENA GPON		wisphub u	True	PCQ	No	R1 NODO SAN BUENA GPON	72 114
Acceso remoto VPN						Amarre IP/Mac			
AdminOLT									
Subdominios	_	R1_NODO_SAN_BUENA		wisphut ~~ Su	True	Simple Queue	SI	R1_NODO_SAN_BUENA	C8. 199
奈 Fichas HotSpot	~					Amarre IP/Mac			
D Soporte Tecnico	~	R4_NODO_11DENOVIEMBRE		wisphub,	True	Simple Queue	SI	R4_NODO_11DENOVIEMBRE	B. M
Almacén	~					Amarre IP/Mac			
🛉 Staff		R2_NODO_EL_SALTO	(20 RA E 045	wisphube	True	Simple Queue	Si	R2_NODO_EL_SALTO	6

Figura 1.5 Lista de routers Wisphub

Soporte Técnico:

En esta pestaña se puede observar los *tickets* generados por la parte administrativa y se notifica al técnico de turno mediante correo electrónico, dando la opción de cerrar el *ticket* o ponerlo en proceso. Esto permite tener una estadística y balance al final de cada mes, como se muestra en la Figura 1.6 [7].

Ĩ													• [bcadena@inte	Icotopaxi-cia-Itda 👻
	Bryan Tecnico	(DL	ista de	Tickets										Ver ayuda
-			Desde				Hasta			Ver					
			01/0	8/2021		=	01/09/2021		-	Tode	os Los Tickets 🗸	🖺 Fi	ltrar		
				No. of Menshers											
			Escr	iba el Nombre	/ip del cliente		+0	rear licket							
	Soporte Tecnico 🗸 🗸	L.							_						
			Acció	n:				► Eje	cutar 0 se	elecciona	dos/as				
			Montre	r 10 maietroe	(h D) D)		Botones de Acci								
			mount	a to region of										suscar:	
				#Ticket	Cliente			Asunto			Abierto	Estado -	Prioridad	Nº IP	Ultimo
in.	Estadisticas ~		_	HIGHER #	Chente			Aduito			Abierto	Laudo	THOMAG		Gumbio
			Bu	Buscar #	Buscar Cliente			Buscar Asu	nto		Buscar Abierto	Buscar Et	Buscar Prio	Buscar N* IP	Buscar Ultimo C
			0 0	0000565	ALMACHI BONIF	AS MIRI	AN GISELA	Internet Ler	to		23/08/2021 17:23	Nuevo	Alte	112.1.0.12.9	23/08/2021 17:23
			0 0	0000564	YUGCHA GUISH	CASHO	NANCY ROCIO	VISITA TEC	NICA		21/08/2021 11:46	Nuevo	Muy Alta	110.1 8.41.10	21/08/2021 11:46
			0 0	0000563	LLANGO TELLO	MARIA	JUANA	Internet Ler	to		21/08/2021 11:17	Nuevo	Moy Alta	1.2.1~7.4.76	21/08/2021 11:17
			0 0	0000562	GUANOTASIG P	ALOMO	OSCAR ALBERTO	O No Tiene Internet			20/08/2021 12:49	Nuevo	Alta	173.1 0.4.17	20/08/20
			00	0000561	PALLO QUILA S	ALIN E	/ERALDO	No Tiene In	ternet		19/08/2021 17:12	Cerrado	Muy Alta	1.2.1 0.2 .45	19/08/2021 18:27

Figura 1.6 Soporte técnico Wisphub

• Winbox

Es un programa creado por John Tully y Arnis Riekstins creadores de *Mikrotik* para los ISP y usuarios conocedores del software, aquel permite administrar equipos *Mikrotik*, utilizando una interfaz amigable para el usuario como se visualiza en la Figura 1.7 [8].

C Tec4@1 (R	NODO FL SALTO) - WinRox (64bit) v6.47.9 on RB11004Hr4 Dude Edition (arm)	-	6	X
Session Settings Da	shboard		_	
Safe Mode	Session:	Memory 862.5 MB Time 21:55:	03 CPU	29%
Se Outer See		1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		
CAP+MAN	Terminal 🔳 🖾			
	•			d
Winless		+ -	Fil	er
Bidge				
2 PPP	MAGN MAGN KICK LILLILLILL KICK			
T Switch	MeM MeM III KIKK KIK REREAR COCCOCO TTT III KIK KIK			
"I" Mesh	1994 1994 111 HOK HAR RARAR COO COO TIT III HIK HAR			
HE IP N	MBM MBM III KHK KHK RRR RRR 000000 TTT III KHK KHK HKK HKK			
MPLS N	MikroTik RouterOS 6.47.9 (c) 1999-2020 http://www.mikrotik.com/			
C Routing				
System N	[7] Gives the list of available commands			
Queues	commente [1] Gives neith on the commente and list of arguments			
Files	[Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous,			
🔝 Log	a second [Tab] gives possible options			
Le RADIUS	/ Move up to base level			
💥 Tools 🛛 🗈	Move up one level			
IM New Terminal	/command Use command at the Dase level aug/23/2021 12:00:50 system.error.critical loain failure for user Manager from 190			
Dot1X	.169.39.10 via winbox			
🔇 Dude 👘	aug/23/2021 12:02:06 system,error, critical login failure for user Manager from 190			
Partition	(Tec4\$R2 NODO EL SALTO] > ●			
Make Supout of	Vitems out or 20			
Manual Manual				
New WinBox				
Ext				
Ξ.				
N				
in the second se				
ρ		Activar Windows		
ē		Actival windows		
00				
Ŷ	1 item out of 371			

Figura 1.7 Winbox

Este programa permite el registro de *routers* donde estarán enlazados los diferentes clientes; adicional, se controla el ancho de banda, subredes, direcciones IP, direcciones MAC, entre otros parámetros. Mediante este programa se configura el equipo *Mikrotik* en los usuarios finales [8].

• Radio Mimosa C5c

Es un radio ideal para *backup* de corto y largo alcance. Es utilizado para aplicaciones de punto a multipunto como radio para clientes, y para enlaces punto a punto brinda un alto rendimiento debido a que supera árboles y follaje. Su diseño es pequeño y de costo reducido en comparación con otras soluciones alámbricas como la OLT para fibra óptica; consta con certificación IP55 que ayuda a resistir los fenómenos naturales que se presentan en la zona tropical. Para mayor detalle, se presenta el *datasheet* en el Anexo 2 [9]. Las especificaciones técnicas más importantes de la radio se indican en la Tabla 1.1.

Especificaciones	Radio <i>Mimosa C5c</i>
Rango de frecuencias	PTMP: 4 900 - 6 400 (MHz)
	PTP: 4 900 - 6 400 (MHz)
Potencia máxima de	27 (dBm)
salida	
Sensibilidad	-87 (dBm) a 80 (MHz)
	-90 (dBm) a 40 (MHz)
	-93 (dBm) a 20 (MHz)
Rendimiento máximo	PTP / PTMP: 700 (Mbps)
Gigabit Ethernet	10/100/1 000-BASE-T
Seguridad	Cliente WPA2 + <i>Mimosa</i> 802.1x
QoS	Admite 4 niveles de QoS pre configurados
Dimensiones	Profundidad 44 (mm)
	Ancho 65 (mm)
	Altura 188.4 (mm)
Distancia de enlace	Mayor a 50 (Km)
Banda de operación	5 (GHz)

Tabla 1.1 Especificaciones radio Mimosa C5c [9]

• Radio Ubiquiti Rocket M5 Titanium

Este equipo se utiliza para enlaces que necesitan un alto rendimiento en la trasferencia de datos. Su diseño es para entornos donde las condiciones climáticas son extremas, reduce el ruido del ambiente, tiene gestión mediante Sistema de Posicionamiento Global (GPS) sin interferencia de ubicación [10]. Las especificaciones más importantes se presentan en la Tabla 1.2.

Especificaciones	Radio Ubiquiti Rocket M5 Titanium
Rango de frecuencias	5 170 - 5 825 (MHz)
Potencia máxima de	27 (dBm)
salida	
Sensibilidad	-75 (dBm) a -94 (dBm)
Rendimiento máximo	150 (Mbps)
Gigabit Ethernet	Puerto 10/100/1 000
Seguridad	WEP/WPA/WPA2
QoS	Compatibilidad con 802.11e / WMM
Dimensiones	160 x 80 x 44 mm
Distancia de enlace	Hasta 50 (Km)

 Tabla 1.2 Especificaciones radio Ubiquiti Rocket M5 Titanium [10]

• Antena Ubiquiti Rocket Dish 5G34

Ideal para enlaces punto a punto, su antena es de doble polarización tanto en horizontal como en vertical, para mayor detalle se presenta el *datasheet* de la antena en el Anexo 3 [11]. En la Tabla 1.3 se presentan las características técnicas más relevantes.

Tabla	1.3 Especificaciones	antena Ubiquiti	Rocket Dish 5G34 [11	1]
		,	L	-

Especificaciones	Ubiquiti Rocket Dish 5G34		
Frecuencias	4.9 – 5.8 (GHz)		
Ganancia	30 - 34 (dBi) 1050 x 1050 x 421 (mm)		
Dimensiones			
Máxima velocidad de viento que soporta	200 (Km/h)		
Polarización	Dual-Linear		

• Router Tenda N 300

El *router* incorpora una configuración amigable para el cliente, este equipo brinda una velocidad de hasta 300 (Mbps), se lo puede utilizar de diferente manera ya sea como repetidor de señal o modo AP [12]. En la Tabla 1.4 se puede visualizar las características de este equipo.

Tabla 1.4	Especificaciones	router T	enda	N300	[12]

Especificaciones	<i>Router</i> Tenda N 300 <i>Easy</i>
Estándar y protocolo	IEEE 802.3/3U, IEEE 802.11n/g/b
Interfaz	1 puerto WAN de 10/100 (Mbps)
	• 3 puertos LAN de 10/100 (Mbps)
Antena	2 antenas fijas omnidireccionales de 5 (dBi)
Rango de frecuencia	2,412 - 2,472 (GHz)
Seguridad	WEP de 64/128 bits
inalámbrica	• WPA-PSK
	• WPA2-PSK
Tipo de conexión a	Dirección IP dinámica, PPPoE, dirección IP
Internet	estática, L2TP, PPTP
Servidor DHCP	Servidor DHCP incorporado
	Lista de clientes DHCP
	Reserva de direcciones
Control parental	Filtro de clientes
	Filtro MAC
	• Filtro de sitios <i>web</i>

• Antena *Mikrotik* LHG5

El LHG 5 es perfecto para enlaces punto a punto, admite el protocolo Nv2 TDMA. El modelo de la rejilla ayuda a la protección contra el viento, el puerto *Ethernet* de la antena está internamente en la unidad inalámbrica, esto ayuda a que no haya pérdidas de cables [13]. En la Tabla 1.5 se presentan las especificaciones técnicas más importantes de la antena.

Especificaciones	Antena Mikrotik LHG5
Sistema operativo	RouterOS
RAM	64 (MB)
Almacenamiento	16 (MB)
Rango de frecuencia	2.412 – 2.472 (GHz)
Entradas DC	1 (entrada PoE)
Velocidad de datos	300 (Mbps)
Estándares	802.11a/n
inalámbricos	
Puertos	Ethernet 10/100
Grado de protección	IP54
IP (Ingress Protection)	

Tabla 1.5 Especificaciones de la antena *Mikrotik* LHG5 [13]

• SXT-SA5

Es un punto de acceso inalámbrico para exteriores de 5 GHz de alta velocidad, de facil montaje cuenta con una antena de 14dBi se puede configurar mediante el *software Winbox*. Cuenta con una carcasa dedicada para áreas con alta interferencia [14]. En Tabla 1.6 se presentan las especificaciones técnicas más importantes.

Tabla 1.6 Especificaciones del AP SXT-SA5 [14]

Especificaciones	Antena <i>Mikrotik LHG5</i>
Sistema operativo	RouterOS
RAM	64 (MB)
Almacenamiento	128 (MB)
Grados de cobertura	90
Entradas DC	1 (entrada PoE)
Velocidad de datos	300 (Mbps)
Estándares	802 11a / n
inalámbricos	
Puertos	Ethernet 10/100/1000
Rango de frecuencia	4920-5920 (MHz)

• Zona de Fresnel

Es una zona que se debe tener en cuenta debido a que afecta en la propagación de la onda, pues debe existir una visibilidad entre las dos antenas; es necesario calcular la primera zona de Fresnel debido a que, si existe una obstrucción en esta zona el enlace presentará pérdidas [14].

• Pérdidas en el espacio libre (FSL)

Debido a la distancia que existe en los enlaces, la señal de radio frecuencia (RF) se atenúa. Este parámetro mide la potencia que se pierde desde el punto inicial del transmisor al punto final del receptor sin obstáculos, su medida es expresada en (dB) [14].

• Presupuesto de potencia del enlace

O también conocido como el balance de un enlace punto a punto, donde se calcula el margen que es igual a la potencia de transmisión menos la pérdida en el cable del transmisor más la ganancia de la antena transmisora menos la pérdida en el espacio libre más la ganancia de la antena receptora menos la pérdida en el cable del receptor menos la sensibilidad del receptor [15].

2 METODOLOGÍA

2.1 Descripción de la metodología usada

Se realizó el diseño del proyecto mediante la herramienta de *software Radio Mobile*, el cual es un *software* libre que permite realizar el diseño de los enlaces en topografías irregulares; se puede incluir equipos y la información necesaria para su simulación. Este *software* permitió calcular los equipos a ser utilizados en la implementación, además se obtuvo la simulación de la propagación de las ondas desde la parroquia "11 de noviembre" hasta el nodo principal ubicado en el barrio "El Salto". Se realizó el cálculo del presupuesto del enlace con el radio *Mimosa C5c*.

Se determinaron los equipos y materiales que cumplían con las características técnicas para su adquisición, mediante la investigación comparativa se pudo brindar el asesoramiento adecuado al personal de la empresa INTELCOTOPAXI CIA LTDA.

Se implementó un radioenlace en la parroquia "11 de noviembre", en base al diseño obtenido, el cual consistió en ampliar la cobertura de Internet desde el nodo principal que se encuentra ubicado en la Av. Belisario Quevedo y Guayaquil al nuevo nodo "11 de noviembre", cumpliendo las normas técnicas de instalación y seguridad para poder aumentar la cobertura y brindar el servicio a los moradores del sector. Una vez culminada la conexión, se instaló el sistema de cableado estructurado. Además, se configuraron los equipos según lo establecido en sus manuales, cumpliendo las normas técnicas para conseguir una red con escalabilidad.

Se instaló el servicio de Internet a varios clientes del sector para verificar el correcto funcionamiento de toda la solución implementada mediante pruebas de velocidad y saturación del canal del enlace.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El enlace establecido entre los dos sectores ayuda a ampliar la cobertura del servicio de Internet que brinda la empresa Intelcotopaxi. Este radioenlace es el principal y mediante el control de un *router* se designa los (Mbps) a varios puntos de acceso como son los SXT-SA5, a los cuales los clientes finales se conectan según su ubicación, estos deben tener línea de vista para lograr la máxima conectividad.

3.1 Diseño del radioenlace

Se realizó la vista técnica a la parroquia "11 de noviembre" para constatar la cobertura y línea de vista, como se observa en la Figura 3.1.



Figura 3.1 Visita técnica a la parroquia "11 de noviembre"

En la Figura 3.2 se detalla de manera visual como estaría comprendido un radioenlace con los respectivos parámetros que se toman en cuenta para realizar el cálculo de presupuesto de potencia.



Figura 3.2 Radioenlace entre dos nodos

Los siguientes parámetros fueron considerados de acuerdo a los datos obtenidos en la visita y en los *datasheet* de los equipos, para el desarrollo del diseño:

- Altura del edificio del nodo central = 12 (m) + 3 (m) mástil
- Altura del tanque = 23 (m) + 2 (m) mástil
- Distancia entre los nodos = 6.66 (Km)
- Radio *Mimosa C5c* y Antena *Ubiquiti Rocket Dish 5G34*

Zona de Fresnel

Para el cálculo del radio máximo de la primera zona de Fresnel se utiliza la Ecuación 3.1.

$$r = 17.32 * \sqrt{\left(\frac{d}{4f}\right)}$$

Ecuación 3.1 Radio máximo de la primera zona de Fresnel [14]

Donde:

d : distancia en (Km) del enlace

f : frecuencia en (GHz)

Se procede a calcular el radio máximo de la zona de Fresnel, usando la Ecuación 3.1.

Donde:

d = 6.66 (km) [16]

f = 5.650 (GHz) [9]

Usando la Ecuación 3.1 se obtiene:

r = 9.4 (m)

De acuerdo al radio mobile podemos observar que la primera zona de Fresnel se encuentra despejada.

Pérdida en el espacio libre (FSL)

La pérdida en el espacio libre mide la potencia que se pierde cuando no se tiene obstáculos y se puede calcular con la Ecuación 3.2.

 $FSL(dB) = 20\log(d) + 20\log(f) + k$

Ecuación 3.2 Pérdidas en el espacio libre [14]

Donde:

d = distancia entre los enlaces

f = frecuencia de operación

k = constante que depende de las unidades a trabajar

Se calcula la pérdida que se presenta en el espacio libre del enlace utilizando la Ecuación 3.2.

Donde:

d = 6.66 (Km) [16]

f = 5.650 (GHz) [9]

k = 92.45 [10]

Usando la Ecuación 3.2 se obtiene:

$$FSL = 123.96 (dB)$$

Presupuesto de enlace completo

Para su cálculo se utiliza la Ecuación 3.3.

$$P_{RX}(dBm) = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{CCRX} - S_{RX}$$

Ecuación 3.3 Presupuesto de potencia del enlace [15]

Donde:

 $P_{RX}(dBm)$: Potencia recibida por el receptor

 $P_{TX}(dB)$: Potencia de transmisión

 $L_{CCTX}(dB)$: Pérdida en el cable del transmisor

 $G_{TX}(dBi)$: Ganancia de la antena transmisora

FSL(dB) : Pérdida en el espacio libre

 $G_{RX}(dBi)$: Ganancia de la antena receptora

 $L_{CCRX}(dB)$: Pérdida en el cable del receptor

 $S_{RX}(dBm)$: Sensibilidad del receptor

Para obtener el presupuesto de enlace, se utiliza la Ecuación 3.3.

Donde:

P_{TX}: 27 (dBm) [9]

- *L_{CCTX}*: 1 (dB) [15]
- *G_{TX}*: 30 (dBi) [11]
- FSL: 123.96 (dB)
- *G_{RX}*: 30 (dBi) [11]

L_{CCRX}: 1 (dB) [15]

S_{RX}: - 87 (dBm) [9]

Usando la Ecuación 3.3 se obtiene:

$$P_{RX} = 48.04 \ (dBm)$$

A continuación, se presenta el diseño del proyecto, analizando el sistema inalámbrico mediante el *software Radio Mobile*:

Se procedió a visitar la parroquia "11 de noviembre", se ubicó una zona estratégica la cual permite tener una visibilidad del 100 % desde el nodo central ubicado en "El Salto".

Se colocó la radiobase en la cima de un tanque de agua debido a que ya contaba con una altura de 23 (m), y era visible para poder realizar el enlace de la mejor manera. Además del *software Radio Mobile,* se utilizó el programa *Google Earth*, en el cual se colocó las coordenadas exactas de los enlaces, esto se puede visualizar en la Figura 3.3.



Figura 3.3 Mapa Google Earth del nodo "11 de noviembre"

Se tomaron las coordenadas de los nodos involucrados en el nuevo enlace, en este caso el nodo principal y el nodo "11 de noviembre", como se visualiza en la Figura 3.4.



Figura 3.4 Coordenadas de los nodos: "11 de noviembre" y "El Salto"

La distancia obtenida entre los dos nodos fue de 6 660.64 (m), como se puede observar en la Figura 3.5.



Figura 3.5 Distancia entre nodo "11 de noviembre" y "El Salto"

En el *software Radio Mobile* se colocaron las coordenadas del nodo principal que proporciona *Google Earth,* como se visualiza en la Figura 3.6; de igual manera, se ingresó las coordenadas del nuevo nodo como se puede ver en la Figura 3.7.

🙀 Units properties		×
NODO CENTRAL	Name Elevation (m) NODO CENTRAL + 2772,5	ОК
Unit 4 Unit 5 Unit 6 Unit 7 Unit 8 Unit 9	Position 00*55'54,8''S 078*37'00,0''W Copy F109QB Oordinates	
Unit 10 Unit 11 Unit 12 Unit 13	Latitude 000 * 55 ' 54,8 '' S	ОК
Unit 14 Unit 15 Unit 16 Unit 17 Unit 18	Longitude 078 37 00,0 W	Cancel
Unit 19 Unit 20 Unit 21 Unit 22 Unit 22 Unit 23	Longitude -78,61667 QRA F109QB	
Unit 24 Unit 25 Unit 26 Unit 26 Unit 27 Unit 27	I✓ Enabled C Left I Centre C Right □ Transparent □ No label BackColor ForeColor	Apply style
Unit 29 Unit 30 Unit 31 Unit 32	Show only units that are members of a visible network	Example

Figura 3.6 Coordenadas del nodo principal en Radio Mobile

🐕 Units properties		×
NODO CENTRAL A	Name Elevation (m) NODO 11 DE NOVIEMBRE + 2993,6	ОК
Unit 3 Unit 4 Unit 5	Position	Clear
Unit 6 Unit 7 Unit 8 Unit 9	Copy FI09PC Paste	Undo unit
Unit 10 Unit 11	Enter LAT LON or QRA	Move up
Unit 12 Unit 13 Unit 14		Move down
Unit 15 Unit 16	Place unit at cursor position	Export
Unit 17 Unit 18 Unit 19 Unit 20	Place cursor at unit position	
Unit 21 Unit 22 Unit 22	Style - NODO 11 DE NOVIEMBRE	Sort
Unit 24 Unit 25	✓ Enabled C Left Centre C Right Transparent	Apply style
Unit 26 Unit 27 Unit 28	No label BackColor ForeColor Icon 16x16 pixels	Small font
Unit 29 Unit 30 Unit 31		Example
Unit 32 🗸	$\hfill\square$ Show only units that are members of a visible network	

Figura 3.7 Coordenadas del nuevo nodo "11 de noviembre"

Se puede visualizar los nodos que fueron colocados, como se observa en la Figura 3.8.



Figura 3.8 Mapa de los nodos

Mediante el asesoramiento del equipo técnico de la empresa, se colocó una antena y radio con las siguientes características, como se observa la Figura 3.9.

Parámetros:

• Nombre de la red: Enlace

- Frecuencia mínima y máxima: 4 900 6 400 (MHz)
- Polarización: Horizontal
- Clima: Ecuatorial

List of all nets	Default parameters	Copy Net	Paste Net	Cancel	ок
List of all nets ENLACE Net 2 Net 3 Net 4 Net 5 Net 6 Net 7 Net 8 Net 9 Net 10 Net 11 Net 12 Net 13 Net 14 Net 15 Net 15 Net 15 Net 16	Parameters Net name ENLACE Minimum freque Maximum freque Polarization © Vertical	Parameters Topology Members Net name [ENLACE Minimum frequency (MHz) 4900 Maximum frequency (MHz) 6400 Polarization © Vertical © Vertical © Horizontal			Style Units) 301 (S/m) 0,005 iittivity 15
Net 18 Net 19 Net 20 Net 21 Net 22 Net 23 Net 23 Net 24 Net 25	Mode of variability Spot C Accidental C Mobile C Broadcast	% of tin % of location % of situation	ne 50 C	Maritime sub-tropic Desert Continental temper Maritime temperate Maritime temperate	ate over land

Figura 3.9 Parámetros del enlace

Topología:

Se seleccionó la opción: Red de datos, topología estrella maestro/esclavo, como se visualiza en la Figura 3.10.

of all nets	Default parameters	Copy Net	Paste Net	Cancel	ОК
ACE 2 3	Parameters	Topology	Membership	Systems	Style
45 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 22 23 24 25	 ✓ Visible ○ Voice n ○ Data ne ○ Data ne □ If a unit □ Slave u 	et (Command/Sub et, star topology (M et, cluster (Node/T is set to master, se nit must have a dir	ordinate/Rebroadca aster/Slave] erminal) t all others as slave actional antenna po	ast) inting toward a ma	ister

Figura 3.10 Topología del enlace

Miembros:

Se seleccionó el nodo base, en este caso el nodo central y se eligió el rol maestro, además, se definió la altura y dirección de la antena la cual será el nodo "11 de noviembre", como se visualiza en la Figura 3.11.

st of all nets	Default parameters	Copy Net	Past	e Net	Cancel	OK
NLACE let 2 let 3	Parameters	l opology	Members	hip Sy	stems	Style
et 4 let 5 let 6 let 7 let 8 let 10 let 11 let 12 let 12 let 14 let 14 let 14 let 16 let 17 let 18 let 19 let 21 let 21 let 22 let 24 let 24 let 24 let 24 let 24 let 25	List of all units NODO CENTRAL NODO 11 DE NO Unit 3 Unit 4 Unit 5 Unit 6 Unit 7 Unit 8 Unit 8 Unit 9 Unit 10 Unit 11 Unit 12 Unit 13 Unit 14 Unit 15 Unit 16 Unit 16 Unit 17 Unit 16 Unit 16 Unit 17	VIEMBRE	~	Member of EN Role of NODO Master System ENLACE NOD - Antenna heig C System (© Other - Antenna dire NODO 11 D Azimuth (*) [289,6	LACE CENTRAL DO CENTRAL / ght (m) 25 [15 ction Elevation [1.96537/ 'iew pattern	▼ A LA '▼ angle (*) 8

Figura 3.11 Miembro - Nodo central

Se ubicó el siguiente nodo, este es el nodo "11 de noviembre" y se seleccionó el rol esclavo; además, se configuró la altura y dirección de la antena la cual será el nodo central, como se ve en la Figura 3.12.

List of all nets	Default parameters	Copy Net	Pas	ste Net	Cancel	ок
List of all nets ENLACE Net 2 Net 3 Net 4 Net 5 Net 6 Net 7 Net 8 Net 9 Net 10 Net 11 Net 12 Net 13 Net 14 Net 15 Net 14 Net 15 Net 16 Net 17 Net 18 Net 18 Net 19 Net 20 Net 21 Net 22 Net 22 Net 22 Net 22 Net 22 Net 22 Net 24 Net 25	Parameters	Topology AL IOVIEMBRE	Member	Anten Anten Nobel Slave System ENLAC Anten C 0t Anten NODU Azimul 109.6	Systems r of ENLACE NODO 11 DE NO E NODO CENTF na height (m) stem 25 her 25 na direction 0 CENTRAL th (*) Eleva 7.2.0	Style IVIEMBRE ↓ ALALA ↓ ↓ tion angle (*) 25253
	□ Unit 18 □ Unit 19		~		View patter	n

Figura 3.12 Miembro - nodo "11 de noviembre"

En el apartado de Sistemas, como se visualiza en la Figura 3.13, se ingresaron datos como: Nombre del sistema, potencia de transmisión, umbral del receptor, pérdida de la línea, tipo de antena, ganancia de antena, altura de la antena y pérdida adicional por cable.

st of all systems	Default parameters Copy Ne	Paste Net	Cancel	0K
NLACE NODO CENTRAL ystem 2 ystem 3	Parameters Topology	Membership	Systems	Style
ystem 4 ystem 5 ystem 6 ustem 7	00 -	Select from VHF	UHF	•
ystem 8 ystem 9	System name	ENLACE NODO	CENTRAL A LA 11	DE
ystem 10 ystem 11 ystem 12	Transmit power (Watt)	0,5011872	(dBm)	27
vstem 13 vstem 14 vstem 15	Receiver threshold (μV)	10	(dBm)	-87
istem 16 istem 17	Line loss (dB)	1	(Cable+cavities	+connectors)
vstem 18 vstem 19 vstem 20	Antenna type	yagi.ant	<u> </u>	View
ustem 21 ustem 22	Antenna gain (dBi)	[30 [25] (Ab	(dBd)]27,85
iystem 23 iystem 24 iystem 25	Antenna neight (m)	[25] (AD	ove ground j ntenna height differ	
	Add to Badiosus dat		Bemove from Badic	sus dat

Figura 3.13 Sistema enlace nodo central "El Salto" nodo "11 de noviembre"

Estilo:

No se modificó, se definió tal como se presenta en la Figura 3.14.

🞇 Networks properties					×
	Default paramet	ers Copy Ne	Paste Net	Cancel	ок
	Parameters	Topology	Membership	Systems	Style
	Propagation	n mode wo Rays'' for Line-O	f-Sight	 Normal Interference 	ence
	🔽 Draw a	green line if RX rela	tive signal (dB) is >=		-
	🔽 Else dra	w a yellow line if R≻	<pre>K relative signal (dB)</pre>	is >=	
			-3		
	🔽 Else dra	w a red line			
	I✓ Draw lin Note that if yellow is no	ies with dark backg the net topology is t t used and the thres	round ype cluster and nun hold is set to 0 both	nber of hops>0, the for green and red	n the color

Figura 3.14 Estilo enlace nodo central "El Salto" nodo "11 de noviembre"

Una vez configurados los parámetros del enlace y antena, se obtiene la Figura 3.15, la cual indica que el enlace entre el nodo principal y el nuevo nodo se estableció.



Figura 3.15 Enlace entre nodo principal y nodo "11 de noviembre"

Se seleccionó el ícono "enlace de radio", se abre una ventana donde se indica los resultados radioeléctricos de propagación, por ejemplo: *azimuth*, nivel de recepción, distancia, ángulo de elevación, peor zona de *fresnel*, perfil topográfico del enlace, como se observa en la Figura 3.16.

5 K. 1 K. 0				>
Azimuth=289,56° Free Space=123,9 dB PathLoss=131,2dB	Elev. angle=1,957* Obstruction=0,7 dB TR E field=77,0dBµV/m	Clearance at 3,21km Urban=0,0 dB Rx level=-46,2dBm	Worst Fresnel=2,1F1 Forest=0,0 dB Rx level=1094,36μV	Distance=6,65km Statistics=6,7 dB Rx Relative=40,8dB
Transmitter		S9+20 Receive		59+20
NODO CENTRAL		▼ NODO	11 DE NOVIEMBRE	-
NODO CENTRAL Role	Master	▼ NODO Role	11 DE NOVIEMBRE Slave	
NODO CENTRAL Role Tx system name	Master ENLACE NODO CENT	Role Role RALALA	11 DE NOVIEMBRE Slave m name ENLA	CE NODO CENTRAL A LA : -
NODO CENTRAL Role Tx system name Tx power	Master ENLACE NODO CENT 0,5012 W 27	RALALA	11 DE NOVIEMBRE Slave miname ENLA I E Field 36,25 (CE NODO CENTRAL A LA ⊥ dBµV/m
NODO CENTRAL Role Tx system name Tx power Line loss	Master ENLACE NODO CENT 0,5012 W 27 1 dB	RALALA V Bankara Karakara Kar Karakara Karakara Kara	11 DE NOVIEMBRE Slave miname ENLA IE Field 36,25 (gain 30 dBi	CE NODO CENTRAL A LA ∵ dBµV/m 27,8 dBd +
NODO CENTRAL Role Tx system name Tx power Line loss Antenna gain	Master ENLACE NODO CEN1 0,5012 W 27 1 dB 30 dBi 27	▼ NODO Role RALALA ▼ R× syste ?dBm Required Antenna ?8 dBd + Line loss	11 DE NOVIEMBRE Slave m name ENLA I E Field 36,25 (gain 30 dBi 1 dB	⊂ CE NODO CENTRAL A LA ∵ dBµV/m 27,8 dBd _+
NODO CENTRAL Role Tx system name Tx power Line loss Antenna gain Radiated power	Master ENLACE NODO CENT 0,5012 W 27 1 dB 30 dBi 27 EIRP=398,11 W EF	▼ NDDD Role RALALA ▼ Rx syste 7 dBm 7.8 dBd + Line loss RP=242,75 W Rx sensi	11 DE NOVIEMBRE Slave m name ENLA IE Field 36,25 (gain 30 dBi 1 dB tivity 10µV	CE NODO CENTRALALA ∵ dBµV/m 27,8 dBd <u>+</u> -87 dBm
NDDO CENTRAL Role Tx system name Tx power Line loss Antenna gain Radiated power Antenna height (m)	Master ENLACE NODO CENT 0,5012 W 27 1 dB 30 dBi 27 EIRP=398.11 W EF 15 · +	▼ NODO Role RALALA ▼ Rx syste 7 dBm Requirer Antenna 1,8 dBd + Line loss RP=242,75 W Rx sensi Undo Antenna	11 DE NOVIEMBRE m name ENLA I E Field 36,25 o gain 30 dBi 1 dB tivity 10µV height (m) 25	CE NODO CENTRAL A LA : - dBµV/m 27.8 dBd + -87 dBm - + Undo
NODO CENTRAL Role Tx system name Tx power Line loss Antenna gain Radiated power Antenna height (m) Net	Master ENLACE NODO CENT 0,5012 W 27 1 dB 30 dBi 27 EIRP=398,11 W EF 15 - +	▼ NDDD Role RALA LA '▼ 7 dBm 7,8 dBd ↓ Required Antenna Line loss RP=242,75 W Undo Frequen	11 DE NOVIEMBRE Slave m name ENLA I E Field 36,25 c gain 30 dBi 1 dB 1 dB tivity 10µV height (m) 25	CE NODO CENTRAL A LA 🚽 dBµV/m 27,8 dBd + -87 dBm - H Undo

Figura 3.16 Enlace de Radio

Se invirtió la vista topográfica desde el nodo "11 de noviembre" hacia el nodo principal, para poder obtener los datos de *azimuth*, ángulo de elevación, distancia, zona libre, estadísticas, peor zona de *Fresnel* y transmisión relativa, como se visualiza en la Figura 3.17.
🕅 Radio Link				
Edit View Swap				
Azimuth=109,56°	Elev. angle=-2,017*	Clearance at 3,45km	Worst Fresnel=2,1F	1 Distance=6,65km
Free Space=123,9 dB	Obstruction=0,7 dB TR	Urban=0,0 dB	Forest=0,0 dB	Statistics=6,7 dB
Paricuss-131,200	E neid-77,000pv7m	nxievel=40,200m	nx level=1034,36µv	hx heldiye=40,000
Transmitter		S9+20	ver	S9+2
NODO 11 DE NOVIEM	BRE) CENTRAL	
Role	Slave	Role	Ma	ister
Tx system name	ENLACE NODO CENT	RALALA 👻 🛛 🗛 sys	tem name	NLACE NODO CENTRAL A LA 🗖
Tx power	0,5012 W 27	dBm Requir	ed E Field 36	
Line loss	1 dB	Antenr	na gain 30	dBi 27,8 dBd +
Antenna gain	30 dBi 27,	,8 dBd + Line lo	ss 1 c	IB T
Badiated power	EIRP=398,11 W ER	P=242,75 W Rx ser	nsitivity 10	μV -87 dBm
		Undo Anten	na height (m)	+ Undo
Antenna height (m)	²⁵ · +	Anteni	en e	
Antenna height (m) Net		Freque	ency (MHz)	

Figura 3.17 Enlace de radio inverso

Los cálculos realizados del presupuesto de enlace en comparación con la simulación, muestran resultados similares, como se puede verificar en la Tabla 3.1.

 Tabla 3.1 Parámetros calculados y obtenidos en el Radio Mobile

Parámetros	Cálculos	Radio Mobile
Radio 1era Zona de Fresnel	9.4 (m)	9.38 (m)
Peor Fresnel		2.1F1
		La primera y segunda
		zona totalmente
		despejada y un 10 % de
		la tercera zona de
		Fresnel despejada.
Pérdida en el espacio libre	123.96 (dB)	123.9 (dB)
Presupuesto de enlace	48.04 (dB)	40.8 (dB)

• Distribución de direcciones IP

A manera ilustrativa, las direcciones IP que la empresa Intelcotopaxi asignó a los clientes se presentan en la Tabla 3.2 la máscara escogida sirve para clasificar los planes de acuerdo a la necesidad a futuro.

Planes de Internet	Rango de direcciones IP	Máscara	Gateway
Residencial 1	182.168.16.2 - 182.168.16.254	/21	182.168.16.1
Residencial 2	182.168.17.2 - 182.168.17.254	/21	182.168.16.1
	182.168.18.2 - 182.168.18.254		
Residencial 3	182.168.19.2 - 182.168.19.254	/21	182.168.16.1
	182.168.20.2 - 182.168.20.254		
Residencial 4	182.168.21.2 - 182.168.21.254	/21	182.168.16.1
	182.168.22.2 - 182.168.22.254		
Residencial 5	182.168.23.2 - 182.168.23.254	/21	182.168.16.1

Tabla 3.2 Direcciones IP asignadas para nodo "11 de noviembre"

Cabe destacar que las direcciones IP presentadas en la Tabla 3.2, no corresponden a las direcciones IP reales utilizadas, por motivos de seguridad.

• Cálculo de la capacidad aproximada para el radioenlace

Se estima que el radioenlace cubrirá un aproximado de 100 usuarios; tomando como referencia el plan intermedio de 4 (Mbps), se necesitan 400 (Mbps) para el total estimado de usuarios, teniendo en cuenta un crecimiento del 20% de usuarios, el enlace debe contar con 500 (Mbps) a futuro. En la Tabla 3.3 se visualiza el total de usuarios que cubriría el enlace con 400 (Mbps) y los planes de Internet con sus respectivas velocidades.

Planes de Internet	(Mbns)	Usuarios	Total de
	(11003)		(Mbps)
Residencial 1	3	133	399
Residencial 2	3.5	114	399
Residencial 3	4	100	400
Residencial 4	5	80	400
Residencial 5	7	57	399

Tabla 3.3 Cálculo de la capacidad aproximada del radioenlace

3.2 Determinación de equipos y materiales

Se realizó un análisis comparativo entre los radios *Mimosa C5c* y *Ubiquiti Rocket M5 Titanium AirMax*; dicho análisis se presenta en la Tabla 3.4.

Especificaciones	Radio <i>Mimosa</i> C5c	Radio Ubiquiti Rocket Titanium		
		AirMax (ROCKETM5-TI)		
	Punto a Punto:	Punto de acceso		
Madaa da	Punto de acceso	Estación		
	Estación	Repetidor		
operación	Punto a Multipunto:	Modo puente transparente		
	Estación	(WDS)		
	MIMO y Modulación: 2×2:2 MIMO			
Señalización	OFDM hasta 256 QAM	AirMax (MIMO TDMA)		
Potencia de salida	27 (dBm)	27 (dBm)		
Velocidad de	PTP / PTMP: 700 (Mbps)	300 (Mbps)		
transmisión				
Canal ajustable	 PtP: 20/40/80 (MHz) PtMP: 20/40/80 (MHz) 	5 a 40 (MHz)		
	10/100 (Mbps)			
Puertos de red	10/100/1 000 (Mbps)	10/100/1 000 (Mbps)		
	WPA2 PSK y Enterprise 802.1x;			
	Aprovisionamiento de radio			
Seguridad	AES de 128 bits con aceleración de	WEP, WPA, WAZP Y MAG AGL.		
	hardware			
Bango de	• PTMP: $4.9 = 6.4$ (GHz)	• PTMP: 5 17 _ 5 825 (CHz)		
frecuencia	• $PTP: 4.9 = 6.4 GHz$	 PTP: 5 17 – 5 825 (GHz) 		
	PoE pasivo (24 - 56 (Vcc) 5 - 1.2	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •		
Alimentación	(A)).	PoE con Reset (48 (Vcc), 0,5 (A)).		
	Monitoreo en la nube de <i>Mimosa</i> y	airSync (GPS) es ideal para		
Servicios de	manejo HTTPS de monitoreo	sincronización de Access Points en		
administración	heredado de SNMPv2 y <i>Syslog</i>	la misma torre		
	• Altura: 188.4 (mm)	Altura: 160 (mm)		
Dimensiones	• Ancho: 65 (mm)	• Ancho: 80 (mm)		
	Profundidad: 44 (mm)	Profundidad: 44 (mm)		

Tabla 3.4 Comparación de radios Mimosa y Ubiquiti [9] [10]

Continúa

Especificaciones	Radio <i>Mimosa</i> C5c	Radio <i>Ubiquiti Rocket Titanium</i> <i>AirMax</i> (ROCKETM5-TI)
	• Peso: 295 (g)	• Peso 350 (g)
Precio	\$ 235	\$ 372

El equipo que adquirió la empresa Intelcotopaxi fue el radio *Mimosa* C5c ya que cumple con las características técnicas adecuadas y un precio menor para lograr el enlace PTP desde el nodo central al nuevo nodo "11 de noviembre".

En la Tabla 3.5 se presenta el resumen del análisis comparativo entre las dos antenas consideradas.

Table 3 5 Antonas	I Ibiquiti Rockot Dich	5G34 v Rockot Dis	h 5G30-1 W	111119	21
i abia 3.3 Antenas		JUJ4 Y HUCKEL DIS	11 3 G 3 U-L VV	liilic	<u>ا</u> ر

Especificaciones	Ubiquiti Rocket Dish 5G34	Ubiquiti Rocket Dish 5G30-LW
Frecuencias	4.9 – 5.8 (GHz)	5.1 – 5.9 (GHz)
Ganancia	30 - 34 (dBi)	30 (dBi)
Dimensiones	1050 x 1050 x 421 (mm)	650 x 650 x 386 mm
Máxima velocidad de viento que soporta	200 (Km/h)	200 Km/h
Polarización	Dual-Linear	Dual-Linear

El equipo que adquirió la empresa Intelcotopaxi fue la antena *Ubiquiti Rocket Dish* 5G34 ya que sus características son mejoradas en comparación a la *Ubiquiti Rocket Dish 5G30-LW* y obtener el enlace PTP desde el nodo central al nuevo nodo "11 de noviembre".

3.3 Implementación del radioenlace

Una vez definidos y adquiridos los equipos y materiales, se realizó el procedimiento logístico establecido por la empresa Intelcotopaxi para retirarlos de su bodega, como se muestra en la Figura 3.18.



Figura 3.18 Salida de la antena *Ubiquiti* y radio *Mimosa* de la bodega general Para iniciar, se procedió con el armado, colocando la antena en el platillo con sus respectivos tornillos para una sujeción adecuada, como se puede ver en la Figura 3.19 y Figura 3.20.



Figura 3.19 Desempaque de la antena y platillo



Figura 3.20 Ajuste de la antena en el platillo

Una vez colocada la antena, se ubicó la radio *Mimosa C5c* con sus respectivas protecciones contra polvo y agua, como se observa en la Figura 3.21 y Figura 3.22.



Figura 3.21 Colocación de la radio Mimosa C5c



Figura 3.22 Colocación de las protecciones

Con los equipos de seguridad, se colocó la antena en la torre según las normas respectivas, direccionando al nuevo nodo colocado en el sector "11 de noviembre", como lo indica la Figura 3.23.



Figura 3.23 Implementación de la antena en la torre de la empresa

Una vez culminada la instalación en el nodo central, se realizaron los mismos pasos, pero en el nuevo nodo "11 de noviembre".

Debido a la dificultad que conllevaba subir los equipos al tanque donde se colocó la antena, se armó el equipo en la parte inferior y se lo subió ya armado.

Se colocó la antena en el platillo, tal como indica el manual que viene dentro del paquete, se observa en las Figura 3.24 y Figura 3.25.



Figura 3.24 Ajuste de la antena con el platillo



Figura 3.25 Alineación de la antena

Se colocó la radio *Mimosa C5c*, como se visualiza en la Figura 3.26.



Figura 3.26 Colocación de la radio *Mimosa C5c*

Una vez culminado el armado, se colocó la tapa que protege a la radio y la base que ajusta la antena al módulo respectivo, como se observa en las Figura 3.27, Figura 3.28 y Figura 3.29.



Figura 3.27 Colocación de radio Mimosa C5c



Figura 3.28 Protección de la radio Mimosa C5c



Figura 3.29 Ajuste de la base de la antena

Una vez finalizado el armado, se procedió a subir el equipo al tanque del nodo "11 de noviembre" con las precauciones necesarias y el equipo de protección adecuado; en las Figura 3.30 y Figura 3.31 se puede observar la altura del tanque y su ascenso.



Figura 3.30 Tanque "11 de noviembre" parte inferior



Figura 3.31 Tanque "11 de noviembre" parte superior

Se colocó la antena en el módulo que se encuentra sobre el tanque, como se puede ver en la Figura 3.32.



Figura 3.32 Colocación de la antena en el módulo "11 de noviembre"

En la Figura 3.33 y Figura 3.34 se realizó el peinado y conexión de los enlacen tanto en el nodo principal como en el nuevo nodo ubicado en la parroquia ""11 de noviembre".



Figura 3.33 Conexión en la central



Figura 3.34 Conexión en la parroquia "11 de noviembre"

Finalizada la colocación de las antenas y radios en los dos nodos, se procedió a realizar la configuración de los equipos *Mimosa*; esto se realiza mediante la *web*, por lo tanto, el primer paso realizado fue la descarga del *firmware* de la radio *Mimosa C5c*, esto se visualiza en la Figura 3.35.



Figura 3.35 Descarga del firmware de la radio

Se cargó el *firmware* a la radio y se colocó el código único que viene en la caja, para así poder elegir la configuración ya sea automática o manual; en este caso, se eligió la manual ya que sirve para el registro que tiene como política la empresa, lo que se puede visualizar en la Figura 3.36; adicionalmente, se ocultó el código de activación por motivos de seguridad de la empresa.

AutoProvision	× +	0			-	٥	×
\leftarrow \rightarrow O \blacktriangle No	seguro 192.168.1.20/auto-provision/wizard/start	5×	荈	Σζ≣	面		
2	Auto Unlock & Configuration	Manual Unlock & Configuration					P
	Scan for SSIDs →	Manual Unlock Unlock Don't have an unlock key? Start here! Device Serial Number: 30-8657-8594					

Figura 3.36 Firmware instalado e introducción del código único

Posteriormente, se ingresó a la página *web* de *Mimosa*; ya con el equipo desbloqueado, se procedió a la configuración del mismo. Para esto, se debe tener un registro en la página *web* y así poder contar con un usuario y contraseña, como se observa en la Figura 3.37.



Figura 3.37 Ingreso al equipo Mimosa

Una vez que se ingresó, se procedió a la configuración de la radio; para ello, se seleccionó al apartado de enlace colocando el tipo de enlace; en este caso, para el nodo central se eligió tipo punto a punto y en modo se seleccionó estación. Adicional se escribió el nombre y la contraseña, datos con los que el enlace quedó etiquetado, como se visualiza en la Figura 3.38.

0
NO
sw Key

Figura 3.38 Configuración del radio "El Salto"-"11 de noviembre"

Después, se configuró el apartado de administración, en el cual se ingresó el modo de IP estático, rigiéndose a las direcciones IP asignadas por la empresa para un adecuado control, se escogió la máscara, la puerta de enlace y los DNS correspondientes, como se visualiza en la Figura 3.39. Cabe mencionar que, por motivos de seguridad, los parámetros críticos fueron ocultados.

mimosa					CSc - mimosa +
≡ !	Management IP		0	Services	
OVERVIEW Dashboard	IP Mode	Static +		Enable HTTPS	Orf
•) WIRELESS Channel & Power	IP Address Current: 190.168.35.3	2.1 '0.: 5.3		Web Server Part	80
Link Location Site Survey	Netmask Current: 255.255.255.0	255.255.255.0		Secure Web Server Port - HTTPS	443
H PREFERENCES	Gateway Current: 190.168.35.1	1 2.1 0. 5.1		Session Timeout (Minutes)	10
General Management Notifications	Primary DNS Current: 8.8.8.8	8.8.8			
Firmware & Reset Backup & Restore	Secondary DNS Current: 8.8.4.4	8.8.4.4		Management VLAN	
				Ensble	On
Tests Logs	Watchdog		0	D	120
	IP Ping Watchdog	Off			A 140 1

Figura 3.39 Configuración de administración radio "El Salto"-"11 de Noviembre"

Se procedió con la configuración en la radio del nodo "11 de noviembre"; en este caso se eligió en modo multipunto ya que en este enlace se agregaron varios AP, que sirven para la expansión de cobertura a futuros barrios y así lograr escalabilidad, como se observa en la Figura 3.40.

mimosa		C5c - mi	imosa -
≡ !	TDMA Configuration	Link Configuration	0
OVERVIEW Dashboard	Link Mode PTMP +	Link Friendly Name	
 ・) WIRELESS Channel & Power 	Wireless Mode Access point *	SSID WDS_11_DE_NOV_SA	LTO
 Link Location Site Survey 	Traffic Split Auto +	Encryption Key ASCII Passphrase - 128bit AES	
PREFERENCES	TDMA Window Auto		Show Key
General Management Notifications Firmware & Reset Backup & Restore	Rate Adaptation	0	
	Rate Adaptation Criteria PER +		
Tests Logs	PHY Rate Aggressive ~		
		Activar Windows	

Figura 3.40 Configuración pestaña Enlace radio "11 de noviembre"- "El Salto"

Se configuró el apartado de administración de igual manera que en el radio de "El Salto" - "11 de noviembre", en la cual se eligió modo IP estática, como en el caso anterior, rigiéndose a las direcciones IP asignadas por la empresa para un adecuado control, se escogió la máscara, la puerta de enlace y los DNS correspondientes, como se visualiza en la Figura 3.41. Al igual que el caso anterior, se está protegiendo los parámetros críticos.

mimosa				CSc - mimosa 🔹
≡ 1	Management IP	0	Services	0
OVERVIEW Dashboard	IP Mode	Static +	Enable HTTPS	Off
•) WIRELESS Channel & Power	IP Address Current: 190.168.35.2	1 2.1 0. 5.2	Web Server Port	80
Link Location Site Survey	Netmask Current: 255.255.255.0	255.255.25.0	Secure Web Server Port - HTTPS	443
射 PREFERENCES	Gateway Current: 190.168.35.1	1' 2.1' 0. 5.1	Session Timeout (Minutes)	10
General Management Notifications	Primary DNS Current: 8.8.8	8888		
Firmware & Reset Backup & Restore	Secondary DNS Current: 8.8.4.4	8.8.4.4	Management VLAN	0
A DIAGNOSTICS			Enable	On O
Tests Logs	Watchdog	0	D	120
	IP Ping Watchdog	Off		A

Figura 3.41 Configuración de administración radio "11 de noviembre"- "El Salto"

En la Figura 3.42 se observa el análisis de los espectros de las frecuencias en el rango de la antena que es de 4 900 - 6 400 (MHz) en la cual se eligió la menos saturada para que tenga estabilidad y así poder brindar la capacidad necesaria a los clientes y garantizar el menor ruido posible.



Figura 3.42 Respuesta en frecuencia 4 900 - 6 400 (MHz)

Las Figura 3.43 y Figura 3.44 presentan los enlaces conectados correctamente y entre estos se tiene un total de 500 (Mbps) aproximados a ser utilizados y repartidos a los clientes finales.



Figura 3.43 Radioenlace operativo y capacidad final del nodo central



Figura 3.44 Radioenlace operativo y capacidad final del nodo "11 de noviembre" En el Anexo 5 se adjunta el certificado de funcionamiento emitido por la empresa Intelcotopaxi, el cual avala que toda la solución funciona de forma correcta.

3.4 Pruebas de funcionamiento

Una vez que el radioenlace se encontraba en correcto funcionamiento, se procedió con las pruebas a los clientes finales; para esto, se utilizó una antena *Mikrotik LHG5*, como se visualiza en la Figura 3.45. A continuación, se alineó la antena en dirección al enlace donde se encontraba un AP destinado al sector, como se observa en la Figura 3.46.



Figura 3.45 Armado de antena LHG5 *Mikrotik*



Figura 3.46 Alineación de la antena

Posteriormente, se procedió a la configuración de la antena mediante el programa *Winbox*, el cual presenta la interfaz mostrada en la Figura 3.47. Como primer paso, se configuró las direcciones IP para los puertos *Ethernet* y WLAN con las direcciones IP 193.178.1.1 y 182.168.20.58, respectivamente, las cuales son otorgadas por la empresa para su respectivo control en su red. Las direcciones IP mencionadas anteriormente no son las reales, por motivos de seguridad.

ssion Settings Dashboard				
C* Safe Mode Session: 1 2.1 0. 0.5		Address List		
2 Quick Set		+ - × ×		Find
CAPSMAN		Address	Network	Interface
m Interfaces		Address <1172.110.00	5/2>	
♀ Wreless		A.U. (*: 0.4: 3.0	0.5: 00'	
X Bridge		Address: 1.2.1 3.2	0.5.72	ОК
in Cutch		Network: 1.2.1.0.1	0	Cancel
• Meth		Interface: wlan1	Ŧ	
ARP ARP				Арру
MPLS Accounting				Disable
It Routing Addresses				
DHCP Cleant				Comment
Queues DHCP Relay				Сору
DHCP Server				Remove
19 RADIUS DNS				nenove
Tools Frewall		enabled		
New Terminal Hotspot		<u> </u>		
Dot1X IPsec		2 items (1 selected)		
Kid Control				
tokace Let		Address List		
		Address List		
	Find	+ - < × ť		Find
Address / Network	Interface 🔻	Address /	Network	Interface
1.11		÷ 1 2.1 00.50	1 2.1 0.1 0	wlan1
Address < 1.2.1.6.1.1/20>		÷ 1.2.1.81/2.	1 2.1 8. 0	ether1
Address: 112.1.8.1.1/2.	ОК			
Network: 11210210				
Network: 1.2.1.6.1.0	Cancel			
Interface: ether1 Ŧ	Acoby			
	144			
	Disable			
	Comment			
	Com			
	Сору			
	Remove			
enabled				

Figura 3.47 Configuración IP antena cliente

Se continuó con la configuración del servidor DHCP, dando clic en configuración DHCP y siguiente, como se observa en la Figura 3.48.

T Wireless					puep cum				
Bridge					oner sand	In the second	Lana a serie d	line sources	diameter (
THE PPP					DHCP Networks	Leases Options	Option Sets	Vendor Classes	Alerts
T Swtch					+ - 2 3	DHCP Conf	g DHCP S	ietup	
*[Mesh		100			Name	/ Interface	Relay	Lease Time	Add
또 IP	1	ARP		-	dhcp1	ether1		00:1	10:00 dhq
MPLS	1	Accounting				DUCP Setup		1	
It Routing	4	Addresses				Select interface to	are DHCP ser	over co	
System	1	Cloud						Ver en	
Queues		DHCP Clien	¢			DHCP Server Inte	face: [ether]		••
Files		DHCP Rela	у				Back	Next Car	cel
Log		DHCP Serv	er			11			
AP RADIUS	5	DNS				L			
X Tools	1	Firewall							
DE New Ter	minal	Hotspot							
Dot1X		IPsec							
MetaBO	UTER	Kid Control							
40 0		Neighbors			1 tem				
DUCD C									_
DHLP Server	1	den den		1	DHCP Server				
DHCP Network	s Leases	Options C	ption Sets	Vendor Classes Alerts	DHCP Networks	Leases Options	Option Sets	Vendor Classes	Alerts
+ - 0 8	3 7	DHCP Config	DHCP	Setup			DUCP C		
Name	/ Interf	ace	Relay	Lease Time Addr			g Dhur se	nup	
dhcp1	ether	1		00:10:00 dhcp	Name	/ Interface	Relay	Lease Time	Addre
	(construction)				ancp I	etheri		00:10	200 ancp.
	DHCF	Setup	100 - 11-	×		DHCP Setup		Ē	
	Selec	t network for D	HUPSDOTE	sses		Salect onterum for	nium natural		
	DHC	P Address Space	e: 192.10	8.1.9/2		Select Peteries and	enemeanen		_
			Back	Next Cancel		Gateway for DHCP	Network: 🚺	2.168.1.	
			Lances				Back	Next Cano	-
1									
1									
1									
d					1				r

Figura 3.48 Configuración DHCP

Como tercer paso, se colocó los DNS más utilizados en el Internet como son los de *Google*, esto se visualiza en la Figura 3.49.

🙄 Switch		DNS Settings			
*L Mesh		Servers:	8.8.8.8	\$	ОК
HE IP	ARP		8.8.4.4	\$	Cancel
MPLS D	Accounting	Dynamic Servers:			Apply
T Bauting	Addresses	Use DoH Server.		•	Quita
Suetam I	Cloud		Verify DoH Certificate		Cache
Ousuae	DHCP Client		Alow Remote Requests		Caule
	DHCP Relay	Max UDP Packet Size:	4096		
Fies	DHCP Server	Query Server Timeout:	2.000	5	
Log	DNS	Query Total Timeout:	10.000	s	
EY RADIUS	Frewall	Max. Concurrent Queries:	100		
X Tools	Hotepot	Max. Concurrent TCP Sessions:	20		
Mew Terminal	IDees	Carbo David	2040	100	
Dot1X	Irsec	Cache Size:	2048	NB	
MetaROUTER	Kid Control	Cache Max TTL:	78 00:00:00	-	
A Dadillon	Neighbors	Cache Used:	23 NB		

Figura 3.49 Configuración DNS

El cuarto paso consistió en seleccionar el ítem corta fuegos, en el cual se habilita el protocolo NAT colocando en interfaz de salida a la WLAN; posteriormente, en la pestaña "acción" se escogió la opción *masquerade*, como se muestra en la Figura 3.50.

L. Mesh	400	Framal	
些 IP 下	ARP	THEWGI	12
MPLS N	Accounting	Filter Rules NAT Mangle Raw Servi	ice Ports Conne
C Routing	Addresses		Counters
🔅 System	Cloud		Councers 10
Queues	DHCP Client	# Action Chain Src. Addres	s Dst. Address
Files	DHCP Relay	U 1 mas srcnat	
E Log	DHCP Server		
RADIUS	DNS		
X Tools	Frewall		
New Terminal	Hotspot		
de Det1X	IPsec		
General Advanced Extra Actio	on OK	Advanced Extra Action Statistics	ОК
Chain: srcnat	¥ Cancel	Action: masquerade	Cancel
Src. Address:	✓ Apply		Apply
Dst. Address:	Disable		
Protocol:	- Comment		Disable
Src. Port:		To Ports:	Comment
Dst. Port:	* Remove	11	Сору
Arrest Dates	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	11	
Any. Port:	Reset Counters		Remove
In, Interface:	Reset Counters		Reset Counters

Figura 3.50 Configuración corta fuegos

El quinto paso fue introducir la puerta de enlace; en este caso se tapará la dirección IP por motivos de seguridad de la empresa, se puede visualizar en la Figura 3.51.

L. Mesh	1	Double Live		
TE IP	ARP	Porter Distance and a set		
MPLS 1	Accounting	Routes Neidhops Hules VHr		
Routing	Addresses		Find	Ŧ
System 1	Cloud	Route <0.0.0.0/0>		
Queues	DHCP Client	General Attributes	. [OK
Files	DHCP Relay	Dat. Address: 0000/0		Cance
Log	DHCP Server	Gateway: 172.177.11.1 🛛 🐨 reachable wan1	+	Apply
9 RADIUS	DNS	Check Gateway		Diash
Tools	Frewall	Type: unicast		Commo
New Terminal	Hotspot			Comme
Det1X	IPsec	Come 20		Сору
MarsPOUTER	Kid Control	Tanat Course: 10		Remov
Pattion	Neighbors	Button Mark		
Make SuperAuf	Packing	Pref Source		
Make Supourin	Pool			
New WinBox	Routes			
	SMB	enabled active	static	_
En Cut	SNMP			

Figura 3.51 Configuración rutas

Como sexto paso, se ingresó al apartado inalámbrico donde se seleccionó el modo avanzado como se observa en la Figura 3.52, el cual permitió modificar parámetros como: rango de frecuencia de operación que se colocó desde 4 900 hasta 6 400 (MHz), modo estación, protocolo NV2, modo de frecuencia supercanal; a continuación, se escaneó las frecuencias y se conectó al AP direccionado hacia el sector, esto se puede visualizar en la Figura 3.53.

🏏 Quick Set		Interface <wlan1></wlan1>	
		General Wireless HT HT MCS WDS Natreme	OK
Interfaces		Mode: station	Cancel
1 Wreless		Band: 5GHz-A/N	Acoly
3 Bidge	Wreless Tables	Channel With: 20MHz	1997
PPP	WiFi Interfaces W60G Station Natreme Dual Access List Registration Connect List Security Profiles Channel	Francesor X MHz	Disable
T Switch		SSID:	Comment
"L. Mesh	+• • • • X C Y CAP WPS Clent Setup Repeater Scanner Freq. Usage Alignment	3300.	Adversaria a
∰PP	Name / Type Actual MTU Tx Rx Tx Pa	Frequency Mode: superchannel	Advanced Mode
O MPLS ►	R vy wan1 Wreless (Atheros AH9 1500 113.9 kbps 4.5 kbps	Country: no_country_set	Torch
C Routing ►		Installation: outdoor	WPS Accept
💭 System 🗈		Default Authenticate	WPS Client
🗣 Queues			Sature Descenter
Files			Setup nepeater
📃 Log			Scan
an RADIUS			Freq. Usage
🗙 Tools 🛛 🗅			Alon
🔤 New Terminal			C_#
🚸 Dot1X			Juli
MetaROUTER			Snooper

Figura 3.52 Configuración apartado Inalámbrico

General Wireless	Data Rates Advanced HT HT MCS WDS	OK	General Wireless	Data Rates Advanced HT HT MCS WDS	OK
Mode:	station	Cancel	Mode:	station	Cancel
Band:	5GHz-A/N	Apply	Band:	SGHz-A/N	Apply
Channel Width:	20MHz -	Disable	Channel Width:	20MHz 🐨	Disable
Frequency:	↓ MHz	Comment	Frequency:	5350 ¥ MHz	Command
SSID:	·	Comment	SSID:	WEB_11 DE NOVIEMBRE	Comment
Radio Name:		Simple Mode	Radio Name:	CHANCUSIG TACO LUIS MARTIN	Simple Mode
Scan List:	\$	Torch	Scan List:	\$	Torch
	[4800-5800] ∓ 🗢	WPS Accept		[4800-5800] ₹] \$	WPS Accept
Skip DFS Channels:	disabled	WPS Client	Skip DFS Channels:	disabled 🛛 🐨	WPS Client
Wireless Protocol:	nv2 🛛	Setup Repeater	Wireless Protocol:	nv2 ¥	Setup Repeater
Frequency Mode:	superchannel	Sam	Frequency Mode:	superchannel Ŧ	
Country:	no_country_set		Country:	no_country_set	Scan
Installation:	[▼] nochuo	Freq. Usage	Installation:	outdoor	Freq. Usage
Station Roaming:	enabled	Algn	Station Reamine	anabled X	Algn
	and the second s	Snff			Snff
	Defaut Authenticate	Snooper		Default Authenticate	Snooper
Multicast Helper:	defaut	Reset Configuration	Multicast Helper:	defaut	Read Configuration
	Multicast Buffering			✓ Multicast Buffering	These configuration
	V Keepalive Frames			Keepalive Frames	

Figura 3.53 Configuración apartado Inalámbrico

Para finalizar, se colocó el protocolo NV2 con su respectiva contraseña que fue otorgada por la empresa, esto se muestra en la Figura 3.54.

Interface <wlan1></wlan1>											Interface	<pre>cwlan1></pre>							
General Wireless	Data Rates	Advance	н н	r H	TMCS	WDS	***	.[(DK	Nstreme	NV2	Tx Power	Current	t Tx Power	Advanced	Status		OK
Mode:	station							Gen	neral				Secu	rity					Cancel
Band:	5GHz-A/N						~	Wir	eless		Pres	ihared Ke							Analy
Channel Width:	20MHz							Dat	a Rates				a. [=1	Арру
Frequency:	5350					Ŧ		Adv	anced										Disable
SSID:	WEB_11 D	E NOVIEM	BRE_					HT	2014		1								Comment
Radio Name:	CHANCUS	G TACO LI	JIS M/	RTIN				HT	MCS										
Scan List:								WD	s										Simple Mode
	4800-5800					1		Nst	reme										Torch
Skip DFS Channels:	disabled							NV	-		4								WPS Accept
Wreless Protocol:	nv2							DX P	ower	0									WPS Client
Frequency Mode:	superchann	iel						Adv	anced !	Status									Set in Reneater
Country:	no_country	_set						Stat	tus										Selep Repeater
Installation:	outdoor							Traf	fic										Scan
Station Roaming:	enabled						Ŧ	IL	N	gn									Freq. Usage
	Default A	Authenticate	,						Sr	nff									Algn
Multicast Helper:	default			_			Ŧ		0	oper									Sniff
	Multicast	Buffering					- Harrison	16	rieset Co	omiguration									Snooper
	Keepaliv	e Frames																	Reset Configuration

Figura 3.54 Protocolo NV2

Una vez que el equipo LHG5 se enganchó al AP, en el apartado "conjunto rápido" se comprobó la conexión, teniendo un CCQ mayor al 65% y una transmisión y recepción menor a 65% como indica la Figura 3.55, ya que si se sobrepasa, la alineación no estaría correcta y no se establecería una buena conexión.

🖋 Quick Set	CPE 🛛 🗸	Juick Set				
CAPSMAN						OK
www.interfaces	- Info		- Configuration			
♀ Wireless	WLAN MAC Address:	B8:69:F4:FF:90:AB	Mode	• Router CI	Bridge	Cano
Bridge	LAN MAC Address:	B8:69:F4:FF:90:AA	- Wreless Network			Appl
PPP	Mirelaan		Address Acculation	G Static C A		
T Swtch	- meess	anna da da an	ID Address	1 21 0 20 50		
Mesh	Status:	connected to ess	IF Address.	012.1 0.20.30		
⊈ IP ►	AP MAC:	CC:2D:E0:C4:B1:F7	Netmask:	255.255.2 .0	(2)	
MPLS N	Network Name:	WEB_11 DE NOVIEMBRE_	Gateway:	1.2.1 0.1.1.1		
Routing	Tx/Rx Signal Strength:	-62/-50 dBm	DNS Servers:	8.8.8.8	•	
System P	Tx/Rx CCQ:	63/84 %		8.8.4.4	\$	
Queues	Signal To Noise:	61 dB	Ibland	unimited	Then/a	
Fies	Wireless Protocol:	nv2	opioau.	Unimited	◆ DES/S	
			Download:	unimited	j € bits/s	
Task			- Local Network			
New Terminal	Rx Signal: -50 dB		IP Address:	1 2.1 8.1.1		
A Dot1X	Tx Signal: -62 dB		Netmask:	255 255 25 .0	(/2.)	
MetaROUTER		Disconnect		DHCP Serve	r	
Partition		Bananana	DHCP Server Range:	1 2.1 8.1.2-1.)	2.1 8.1.20	
Make Supout of				NAT		
🖾 Manual				Bridge All LA	N Ports	
New WinBox						
🛃 Exit			- System			
			Router Identity:	CHANCUSIG T	ACO LUIS MARTIN	
			Che	ck For Updates	Reset Configuration	
					Password	

Figura 3.55 Apartado conjunto rápido

En la Figura 3.56 se puede observar la configuración del *router* de la marca Tenda que la empresa Intelcotopaxi proporcionó para la instalacion en la casa del cliente.



Figura 3.56 Configuración router

En la configuracion del *router* se escogió la opción de IP Dinámica, como se observa en la Figura 3.57, en la cual los dispositivos que se conectan a la red Wi-Fi, obtienen una dirección IP dinámica asignada por el *router*.

← → C ▲ No es seguro 192.168.0.1/index.htm	ni			
Tenda	whatsapp and curso: ENI_NEI_M and C	nvo's - intercotopiaa 🍯 Directi V GU 😈 Makrotik Cerri	ar Sesión - E	Español -
Estado	Tion de Consulée			
Ajustes de Internet	hpo de Conexion	Seleccione Dynamic IP sis Unternet puede ser conectado auto sin cuenta o ajuste		
Ajustes Inalámbricos				
r≪ Control de Ancho de Banda				
${}^{\eta}\Gamma^{ij}$ Wireless Repitiendo				
n Controles Parentales				
🛠 Avanzado				
🌣 Administración				
f ±		Acept	ar Can	celar

Figura 3.57 Configuración IP del router

Posteriormente, se configuró la parte de la WLAN para que el cliente pueda introducir el nombre de la red o también llamada SSID con su respectiva contraseña; las demás opciones se las deja por defecto, como se observa en la Figura 3.58.

$\leftrightarrow \rightarrow G$	A No es seguro 192.168.0.1/index.htm			
# Aplicaciones	G Google M Gmail 💶 YouTube 🗐	WhatsApp 🌼 Curso: ENT_NET_M 🚘 ONU's - intelcotopaxi 🄰 DIRECTV GO 🧯 Mikrotik		
	Tenda		Cerrar Sesión	Español -
	Estado			
	Ajustes de Internet	WIFLON / OFF		
	Ajustes Inalámbricos	Nombre y Contraseña de WiFi		
	Control de Ancho de	Nombre de WiFi (SSID) MARTIN_INTELCOTOPAXI Ocultar SSID (@)		
	Daliua	Modo de Seguridad WPA/WPA2-PSK Mezclado(Recome V		
	"I" Wireless Repitiendo	Contraseña WiFi 0503908857		
	r Controles Parentales			
	🛠 Avanzado	Multi SSID and Password		
	🍫 Administración	Multi SSID O Habilitar 🖲 Inhabilitar		
		Horario WiFi		
		Horario WiFi 📀 Habilitar 🖲 Inhabilitar		
		WPS		
		WPS O Habilitar 🖲 Inhabilitar		
	f M		Aceptar Ca	ancelar

Figura 3.58 Configuración de ajustes inalámbricos del router

Finalmente, se realizó una prueba de velocidad de carga y descarga mediante la página *web* denominada *Speedtest,* dando como resultado los valores que se muestran en la Figura 3.59.

Speedtest por Ookla - La pruebo x +				
← → C ⓐ speedtest.net/result/1197755	7397			
🔢 Apicaciones G Google 🕅 Gmail 🗰 YouTube 💿 WhatsApp 🏥 Curso: DNT_NET_M 🚄 ONU's - inteloctopasi 🍺 DIRECTV GO 🔋 Milarotik				
	Apps Insig	hts Network Desarrollac	dores Enterprise	Acerca de 🔗 Iniciar sesión
	Speedtest' Mobile Apps Try Speedtest for iOS and Android			Speedtest Mobile Apps
	COMPARTIR 🖉 🕑 🕕 😳 ID de resulta	do 11977557397 🔗 RESULTA	DOS 💮 AJUSTES	(<)
	(§) PING ms (§) DES	CARGA Mbps 💮 CARG	A Mbps	
	7 12	2.5 10.	.30	Free on iOS, Android and Windows Phone
	(inicio) (INICIO) (INICIO) (IIII) (IIII) (III) (III) (III) (III) (III) (III) (III) (III)	LA VELOCIDAD DE DESCARO EXPECTATIVAS 1 2 3 Es mucho peor : Es como se esperal	SA CUMPLE TUS ? 4 S ba Es mucho mejor	
	Speedtest* Mobile Apps	ETienes problemas de internet? Servicios populares con problemas declarados AT&T		
	\bigcirc	Problemas	>	

Figura 3.59 Prueba de velocidad en cliente final

A través del código QR de la Figura 3.60, se puede evidenciar el funcionamiento del sistema.



Figura 3.60 Código QR del funcionamiento del sistema

En el Anexo 5, se da a conocer que los permisos del uso del espectro de frecuencias otorgados por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), se encuentran en trámite ya que por la situación actual del país la agilización de los mismos se retrasó y se está a la espera de contar con dicho permiso. Mientras tanto, la empresa Intelcotopaxi proporcionó a los autores del presente proyecto un certificado en el cual consta la funcionalidad del radioenlace y el número de trámite que se encuentra en proceso en la ARCOTEL.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Con la implementación del radioenlace, la parroquia "11 de noviembre" cuenta actualmente con servicio de Internet, lo que resolvió el problema de conectividad para los moradores.
- El diseño en el programa Radio Mobile es una parte fundamental para la implementación de los nuevos enlaces debido a que brinda varios parámetros para la adquisición de los equipos a utilizar, de igual manera los puntos de referencia dentro del mapa y poder determinar la factibilidad de la solución al problema planteado.
- Para la comunicación de los nodos, los radios empleados deben tener una configuración en la cual el nodo central estará en modo ESTACIÓN y el nuevo nodo "11 de noviembre" en modo PUNTO DE ACCESO.
- El rango de frecuencias que utiliza el radio *Mimosa C5c* es de 4.9 a 6.4 (GHz), este permite localizar una frecuencia menos saturada y lograr transmitir los (Mbps) necesarios, desde el nodo central al nuevo nodo "11 de noviembre".
- Para implementar un enlace adecuado, se necesita tener una buena línea de vista entre los dos puntos que se van a conectar, debido a ello es necesario calcular la zona de Fresnel, así logrando un enlace con las menores pérdidas posibles.
- Se debe tener en cuenta que la potencia del transmisor en la implementación del radioenlace varía con los valores teóricos, ya que en campo si se usa la máxima potencia de los equipos pueden presentar fallas a futuro, debido a que la distancia de operación es solo de 6.6 (Km).
- La capacidad requerida para la parroquia "11 de noviembre" es de 500 (Mbps) aproximadamente, los cuales serán distribuidos de acuerdo a los planes contratados por los clientes finales.
- Para que los clientes finales cuenten con el servicio, se instaló una antena LHG5 la cual permite la conectividad con los puntos de acceso colocados en el nuevo nodo y un *router* Tenda en el cual se configuró el enlace inalámbrico para que el abonado pueda disfrutar del servicio de Internet.

4.2 Recomendaciones

- Para realizar un radio enlace se debe elegir un programa adecuado, en este caso se eligió el programa *Radio Mobile*, el cual brinda varias características como: la zona de *Fresnel*, *azimuth*, ángulo de elevación, nivel de recepción, distancia, perfil topográfico, entre otros parámetros que ayudarán a una adecuada implementación de los enlaces.
- Se debe revisar los *datasheets* de los equipos adquiridos, verificando que cumplan con las características necesarias para el radio enlace como son la potencia, pérdida, latencia, distancia máxima y mínima, condiciones climáticas entre otros.
- Para la instalación de la antena y radio se debe usar los equipos de seguridad como casco y arnés de seguridad con su respectiva línea de vida, siguiendo las indicaciones del personal profesional.
- Para obtener una correcta instalación, la antena LHG5 debe tener una adecuada línea de vista hacia los equipos principales, ya que esto garantizará la capacidad necesaria de acuerdo con cada plan de Internet.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- E. Universo, «eluniverso.com,» El Universo, 30 Junio 2020. [En línea]. Available: https://www.eluniverso.com/noticias/2020/04/24/nota/7822794/millonestudiantes-acceso-educacion-virtual-durante-emergencia/. [Último acceso: 14 Septiembre 2021].
- [2] E. Comercio, «elcomercio.com,» El Comercio, 17 Mayo 2021. [En línea]. Available: https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ecuador-internettecnologia-fibra-optica.html. [Último acceso: 31 Agosto 2021].
- [3] E. Cobos, Enero 2007. [En línea]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/20654198/ice29-with-cover-pagev2.pdf?Expires=1631994846&Signature=TrkcqO5yMXMVhnLxN8YCl5gSbBuwj E47qmV-KNil8Sg2rA-Z8vTMQR1pkmekCB8MuKJC3AnSVXK7l9REMrQt0Q~bHnQpQ4SWAhjcAPnh XL9ciHbzxaSY1zfJOh5sMLA0h19CE3iwvbU5ymiM6beBzo. [Último acceso: 15 Septiembre 2021].
- P. G. Garnacho, «upcommons.upc.edu,» Junio 2006. [En línea]. Available: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6989/Anexo%2016.pdf.
 [Último acceso: 04 Enero 2021].
- [5] L. A. E. Corona, «Revista Digital Universitaria,» 2 Septiembre 2004. [En línea]. Available: https://www.ru.tic.unam.mx/bitstream/handle/123456789/791/220.pdf?sequence =1&isAllowe. [Último acceso: 30 Enero 2022].
- [6] Xataka, «https://www.xataka.com/,» [En línea]. Available: https://www.xataka.com/basics/que-es-la-direccion-mac-de-tu-ordenador-delmovil-o-de-cualquier-dispositivo. [Último acceso: 29 Enero 2022].
- [7] wisphub, «wisphub.net,» [En línea]. Available: https://wisphub.net/. [Último acceso: 10 Febrero 2021].
- [8] W. Avalos Morales, «http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/,» 2019. [En línea].
 Available:

http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/13631/Te sis_63216.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 20 Febrero 2021].

- [9] Mimosa, «mimosa.co,» Mimosa, 2021. [En línea]. Available: https://mimosa.co/products/specs/c5c. [Último acceso: 16 Septiembre 2021].
- [10] U. Networks, «dl.ubnt.com,» Ubiquiti, 2021. [En línea]. Available: https://dl.ubnt.com/datasheets/rocketmgps/RocketM_Ti_DS.pdf. [Último acceso: 15 Septiembre 2021].
- [11] U. Networks, «dl.ubnt.com,» 2021. [En línea]. Available: https://dl.ubnt.com/datasheets/rocketdish/rd_ds_web.pdf. [Último acceso: 15 Septiembre 2021].
- [12] Tenda, «www.tendacn.com,» 2021. [En línea]. Available: https://www.tendacn.com/mx/default.html. [Último acceso: 17 Septiembre 2021].
- [13] Mikrotik, «mikrotik.com,» 2021. [En línea]. Available: https://mikrotik.com/product/RBLHG-5nD. [Último acceso: 16 Septiembre 2021].
- [14] Mikrotik-SXT, «mikrotik.com,» [En línea]. Available: https://mikrotik.com/product/RBSXTG-5HPnD-SAr2#fndtn-specifications. [Último acceso: 29 Enero 2020].
- [15] repositorio.uta.edu.ec, «repositorio.uta.edu.ec,» Octubre 2012. [En línea]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2489/1/Tesis_t751ec.pdf.
 [Último acceso: 18 Septiembre 2021].
- [16] TRICALCAR, «itrainonline.org,» Octubre 2007. [En línea]. Available: http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/06_es_calculo-deradioenlace_guia_v02.pdf. [Último acceso: 18 Septiembre 2021].
- [17] earth.google.com, «earth.google.com,» [En línea]. Available: https://earth.google.com/web/@-0.91828151,78.64667974,2905.64029248a,24842.01354965d,35y,0h,0t,0r/data=CjoaOBlyCi UweDkxZDQ2MTA2OWQ3OTViZDE6MHhjMGEwNWZjYWJIZWE4ZmJiKgIMYX RhY3VuZ2EYAiAB. [Último acceso: 10 Enero 2021].

- [18] U. NETWORKS, «ubnt.com,» 2015. [En línea]. Available: https://dl.ubnt.com/guides/rocketdish/RocketDish_RD-5G30-LW_QSG.pdf. [Último acceso: 13 Octubre 2021].
- [19] mimosa, «mimosa.co,» 28 04 2021. [En línea]. Available: https://mimosa.co/uploads/docs/Mimosa-C5c-Datasheet.pdf.
- [20] syscomblog, «syscomblog,» 18 Agosto 2016. [En línea]. Available: https://www.syscomblog.com/2016/08/protocolo-nv2-de-mikrotik.html. [Último acceso: 04 Octubre 2021].

ANEXOS

ANEXO 1: CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE PROYECTO DE TITULACIÓN



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R

Quito, 04 de octubre de 2021

CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE PROYECTO DE TITULACIÓN

Yo, Fanny Paulina Flores Estévez, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de titulación, certifico que he constatado el correcto funcionamiento de un radioenlace para expansión de cobertura de Internet en la parroquia "11 de Noviembre" de la provincia de Cotopaxi, el cual fue implementado por los estudiantes Bryan Cadena y Bryan Uzuay.

El proyecto cumple con los requerimientos de implementación y parámetros necesarios para que los usuarios de la parroquia "11 de Noviembre" puedan acceder al servicio de Internet.

DIRECTOR Ing. Fanny Paulina Flores Estévez, Msc.

Ladrón de Guevara E11-253, Escuela de Formación de Tecnólogos, Oficina 2-14. EXT: 2712

Email: fanny.flores@epn.edu.ec

Quito-Ecuador

ANEXO 2: DATASHEET RADIO MIMOSA C5C



Datasheet

No Client Too Far

C5c Point-to-Point Backhaul & Point-to-Multipoint Client Radio 4.9–6.4 GHz (PTP/PTMP')



The Mimosa C5c is a flexible connectorized radio solution for accommodating short and long range PTP (backhaul) and PTMP (client), as well as custom antenna solutions. Incorporating unique support for Mimosa's SRS technology, the C5c enables the fastest speeds and is the most scalable wireless access solution available today. The C5c is ideal for professionally-installed rural Fixed Wireless and long range applications for point-to-point backhaul links.

Flexible Antenna Options

Connect to virtually any dual polarization antenna to custom engineer longer distance client links. The C5c has dual RP-SMA connectors for easy cabled antenna connectivity. It can be mounted to any pole via hose clamps or easily clipped onto antennas supporting compatible clip-on mounting bracket systems.

PTP Backhaul Links

The C5c provides extreme price/performance for PTP backhaul links in a small form factor. Wide frequency range support allows avoidance of crowded 5 GHz spectrum bands. Where regulations allow, long distances are enabled with high system power and flexible antenna options.

SRS Client

The C5c offers client-side support for Mimosa's proprietary Spectrum Reuse Synchronization (SRS) technology. This ensures each client device precisely receives and transmits under the timing control of the access point and can dynamically request upstream bandwidth. As opposed to alternative (fixed) timeslot protocols, upstream bandwidth and latencies are allocated on demand which enables significantly higher overall upstream network bandwidth utilization.

mimosa · Datasheet · C5c

Technical Specifications

Performance

Mimosa SRS Modes:

PTMP Client PTP Backhaul

· MIMO and Modulation:

for WiFi Interon

Max Output Power: 27 dBm · Sensitivity (MCS0): -87 dBm @ 80 MHz -90 dBm @ 40 MHz

-93 dBm @ 20 MHz

Max Power Consumption:

System Power Method:

assive PoE (24-56VDC)

PoE Power Supply: Passive PoE compliant, 48-56 V Power over Ethernet supply (not included)

Dimensions: Depth: 44.0 mm (1.73") Width: 65 mm (2.56") Height: 188.4 mm (7.42") Weight: 295 gr (10.4 ounces) Mounting: Single pole strap Connector Type: (2) RP-SMA (female)

Power

12.9 W

Physical

Radio

· Max Throughput:

• Wireless Protocols: WiFi Interop

2x2:2 MIMO OFDM up to 256-QAM Bandwidth*: 20/40/80 MHz channels tunable to

5 MHz increments for Mimosa SRS; Tunable to standard WiFi channels

-40°C to +55°C (-40°F to 131°F) Operating Humidity: 5 to 100% condensing

Operating Temperature:

Environmental

- Outdoor Ingress Protection Rating:
- aximum
- Operating Altitude: 4,420 m (14,501') maxir
 Shock and Vibration: ETS 300-019-2-4 class 4M5

Features

- · Gigabit Ethernet:
- 10/100/1000-BASE-T Management Services: tor WiFi Interop Frequency Range: PTMP: 4900-6400 MHz* PTP: 4900-6400 MHz Restricted by country of operation 'new US/FCC 5600-5650 MHz support
 - Mimosa cloud monitoring and management SNMPv2 & Syslog legacy monitoring HTTPS HTML5 based web UI Smart Spectrum Management:
 - Active scan monitors/logs ongoing RF interference across channels with no service impact; Dynamic auto-optimization of channel and bandwidth use
 - Security: WPA2 PSK & Enterprise 802.1x; Radius provisioning, COA, DM (from A5); 128-bit AES with hardware acceleration · VLANs:
 - Per subscriber VLAN; Q-in-Q, triple tagging; Management VLAN
 - · QoS: Supports 4 pre-configured QoS levels

Regulatory and Compliance

- Approvals: FCC Part 15.407 and Part 90Y, IC RSS210, CE, ETSI 301 893/302 502
- RoHS Compliance: Yes
 Safety: UL/EC/EN/ 60950-1 + CSA-22.2

*Extended PTMP frequency, above 6.2 GHz, requires A5/A5c access point with P/N 100-000xx-01

**4.9 GHz uses 20 MHz channel widths (U.S. only; Regulations vary by region)







Point-to-Multipoint

Mimosa Networks, a division of Airspan, is the global technology leader in wireless broadband solutions, enabling service providers to connect dense urban and hard-to-reach rural homes at a fraction of the cost of fiber. Mimosa Networks was acquired in 2018 by Airspan, the leading vendor of 4G/5G LTE small cells and backhaul technologies.

© Mimosa Networks, Inc. All rights reserved. DS-0004-9b 21 03 · www.mimosa.co · @gomimosa




ANEXO 3: DATASHEET ANTENA UBIQUITI ROCKET DISH 34DBI 5G34



Seamless Integration with Rocket Radios



Datasheet

Overview

Pair a RocketDish¹⁶ antenna with a Rocket¹⁰ basestation to create the endpoint of a high-performance, Point-to-Point (PtP) bridge or network backhaul (Rocket sold separately).

The RocketDish is available in the following frequency models:

- 2.4 GHz
- 3 GHz
- 5 GHz

Powerful Performance

The RocketDish antenna delivers 2x2, dual-polarity performance. On the right is one example of how the RocketDish with Rocket can be deployed in a backhaul link to deliver bandwidth from an ISP network out to a neighborhood tower. From there, an airMAX® Sector with Rocket delivers bandwidth to the ISP's customers.

Carrier-Class Construction

Incorporating a dish reflector design for excellent beam directivity, the RocketDish antennas feature robust mechanical design using industrial-strength hardware for outdoor application use.

Plug and Play Integration

RocketDish antennas and Rocket basestations have been designed to seamlessly work together. Every RocketDish has a built-in Rocket mount, so installation requires no special tools.

Snap the Rocket securely into place and mount the antenna; you then have the optimal combination of RocketDish and Rocket for your PtP application.

Application Example



Mounting a Rocket on the RD-5G30-LW

Hardware Overview

Innovative Mechanical Design

- Secure pole-mounting The hardware is designed to securely mount and maintain the position of the dish during harsh outdoor conditions. .
- Convenient installation The bubble level allows for easy alignment.
- Precision elevation adjustment of the RD-5G30-LW Use this new feature to quickly fine-tune and adjust the elevation.

Weatherproof Design

- Protective shroud The shroud* protects the cables and connectors from nature's elements.
- Mounting hardware of the RD-5G30-LW Made of galvanized steel that is powder-coated for superior corrosion resistance.
- Fasteners of the RD-5G30-LW GEOMET-coated for improved corrosion resistance when compared with zinc-plated fasteners.



Back View of the Fully Assembled RD-5G30-LW

* All models except for the RD-2G24 include a shroud.

RocketDish^T Datasheet

🛇 2.4 GHz Model



Model	Frequency	Gain	Radome*
RD-2G24	2 GHz	24 dBi	RAD-RD2

The 2.4 GHz frequency band is free to use, worldwide; however, it is extremely crowded due to interference from other wireless devices. Also, there are only three non-overlapping, 20 MHz channels available for use.

🛇 3 GHz Model



Model	Frequency	Gain	Radome*
RD-3G26	3 GHz	26 dBi	RAD-RD2

The 3 or 3.65 GHz frequency band is noise-free in most areas; however, its use requires a license. There may be additional restrictions on its use depending on local country regulations.

🛇 5 GHz Models



Model	Frequency	Gain	Radome*
RD-5G30	5 GHz	30 dBi	RAD-RD2

The 5 GHz frequency band is free to use, worldwide, offers plentiful spectrum, and works well for long-distance links. However, 5 GHz signals have more difficulty passing through obstacles than lower-frequency signals.

Model	Frequency	Gain	Radome*
RD-5G30-LW	5 GHz	30 dBi	ISO-BEAM-620

The RD-5G30-LW features the same gain as the RD-5G30 and adds the following advantages:

- Lightweight yet robust components lessen the load.
- The extended depth of the dish reflector rejects noise interference in co-location deployments.
- The design of the mounting bracket allows for ease of installation on a pole or tower.

Model	Frequency	Gain	Radome*	
RD-5G34	5 GHz	34 dBi	RAD-RD3	

The RD-5G34 offers 34 dBi of gain in a 1050-mm diameter size.



* A radome is available as an optional accessory.

RocketDish[®] Radome

Models: RAD-RD2, RAD-RD3



Model	RD-2G24	RD-3G26	RD-5G30	RD-5G30-LW	RD-5G3
RAD-RD2	~	~	~		
RAD-RD3					~

A protective radome is available as an optional accessory for the RD-2G24, RD-3G26, RD-5G30, and RD-5G34. The RAD-RD2 or RAD-RD3 provides the following advantages:

- Reduces wind load
- Protects antenna surfaces from nature's harshest elements
- Conceals antenna feed equipment from public view

airFiber X Conversion Kit

Model: AF-5G-OMT-S45



Model	RD-2G24	RD-3G26	RD-5G30	RD-5G30-LW	RD-5G34
AF-5G-OMT-S45			1		~

The 5 GHz RocketDish to airFiber® Antenna Conversion Kit converts the RocketDish RD-5G30 or RD-5G34 antenna for use with the airFiber AF-5X radio.

RocketDish^{*}LW **Accessories**

IsoBeam

Model: ISO-BEAM-620

U

The IsoBeam $^{\!m}$ is an isolator radome that is available as an optional accessory for the RD-5G30-LW and two PowerBeam $^{\!\oplus}$ models:

- PBE-5AC-620
- PBE-M5-620

The innovative RF-choke perimeter of the IsoBeam delivers superior noise immunity in co-location deployments; its perimeter corrugation provides enhanced RF shielding. Compare the two near-field plots below, and note the breakthrough isolation performance of the IsoBeam.

Both near-field plots are displayed in watts and use a linear scale. The strength of the electromagnetic field is color-coded:

With IsoBeam

- · Red: Highest strength
- Green: Medium strength
- Indigo: Lowest strength





Precision Alignment Kit

Model: PAK-620



The Precision Alignment Kit is available as an optional accessory for the RD-5G30-LW. It features 15° of azimuth adjustment and 15° of elevation adjustment to enable extremely accurate aiming for optimal PtP link performance.

The Precision Alignment Kit is also compatible with other dish antennas:

- airFiber AF-5G30-S45
- PowerBeam PBE-5AC-620
- PowerBeam PBE-M5-620

Specifications

Model RD-2G24 RD-3G26 RD-5G30 RD-5G30-LW RD-5G34 650 x 650 x 295 mm 650 x 650 x 300 mm 650 x 650 x 304 mm 650 x 650 x 386 mm 1050 x 1050 x 421 mm Dimensions* (25.6 x 25.6 x 11.61") (25.6 x 25.6 x 11.81") (25.6 x 25.6 x 11.97") (25.6 x 25.6 x 15.2") (41.34 x 41.34 x 16.57") 9.8 kg (21.61 lb) Weight** 9.8 kg (21.61 lb) 9.8 kg (21.61 lb) 7.4 kg (16.31 lb) 13.5 kg (29.76 lb) Frequency 2.3 - 2.7 GHz 3.3 - 3.8 GHz 5.1 - 5.8 GHz 5.1 - 5.9 GHz 5.1 - 5.8 GHz Range 24 dBi 26 dBi 30 dBi 30 dBi 34 dBi Gain HPOL 6.6° (3 dB) 7° (3 dB) 5° (3 dB) 5.8° (3 dB) 3° (3 dB) Beamwidth VPOL 6.8° (3 dB) 7° (3 dB) 5° (3 dB) 5.8° (3 dB) 3° (3 dB) Beamwidth F/B Ratio 28 dB 33 dB 34 dB 30 dB 42 dB Max. VSWR 1.6:1 1.4:1 1.4:1 1.6:1 1.4:1 790 N @ 200 km/h (178 lbf @ 125 mph) (400 lbf @ 125 mph) Wind 787 N @ 200 km/h (177 lbf @125 mph) Loading Wind 200 km/h (125 mph) Survivability Dual-Linear Polarization Cross-pol Isolation 35 dB Min. ETSI EN 302 326 DN2 Specification Universal Pole Mount, Rocket Bracket, and Weatherproof RF Connectors Included Mounting

* Dimensions exclude pole mount and Rocket (Rocket sold separately)
** Weight includes pole mount and excludes Rocket (Rocket sold separately)

RD-2G-24 Antenna Information









Vertical Elevation

U di -5 dE -10 cB 15 dB

RD-3G26 Antenna Information



E-Plane, 3550 MHz



H-Plane, 3550 MHz



H-Plane Specs



Datasheet **RocketDish**^{*}

E-Plane, 5500 MHz

RD-5G30 Antenna Information









-1:0-

-880 -150

-1:0---

-330 -150



MA

E-Plane Specs

A

1

H-Plane Specs

IN 300 BBL, class 1 - 0 - 18 362 555, 151

E-Plane Specs

- 0 80 217-04. class 1 - 0 - 0 80 728. 36







xiv

RD-5G34 Antenna Information

E-Plane, 5500 MHz













Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: www.ubnt.com/support/warranty/ @2015 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airFiber, airMAX, airOS, IsoBeam, PowerBeam, Rocket, and Bocket/Dish are trademarks or registred trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

ANEXO 4: DATASHEET SXT-SA5



SXT SA

SXTG-5HPnD-SAr2 is a low cost, high speed 5GHz outdoor wireless sector access point. It has a 90 degree antenna to provide a wider coverage than our previous SXT units.

Complete with a ready to mount enclosure and built-in 14dBi antenna, the package contains everything you need to set it up in a matter of minutes. The inside of the case is covered in special shielding to improve operation in high interference areas and antenna front to back ratio.

Model	RBSXTG-5HPnD-SAr2
CPU	AR9344-BC2A 600MHz
Memory	64MB DDR2
Ethernet	1x 10/100/1000 Gigabit
Wireless cards	Onboard dual chain 5GHz 802.11a/n AR9344-BC2A wireless module; 10kV ESD protection on each RF port
Frequency range	4920-5920MHz, Operating range limited by Country Regulations
Extras	Reset switch, beeper, USB 2.0 port, voltage and temperature monitors
LEDs	Power LED, Ethernet LED, 5 wireless signal LED
Power options	Power over Ethernet: 8-30V DC Packaged with 24V DC 0.8A power adapter and passive PoE injector
Dimensions	140x140x56mm. Weight without packaging, adapters and cables: 265g
Max consumption	11W at 24V
Operating Temp	-30C +80C
OS	Level4 AP license
Package contains	SXT wireless device with integrated antenna, pole mounting bracket, mounting ring, Gigabit PoE injector, power adapter, quick setup guide
Certifications	FCC, CE, ROHS

TX/RX at MCS0	30dBm / -95dBm
TX/RX at MCS7	26dBm / -73dBm
TX/RX at 6Mbit	30dBm / -96dBm
TX/RX at 54Mbit	27dBm / -80dBm
Antenna	Dual pol. 90 deg, -35dB port to port isolation, 14dBi gain

ANEXO 5: CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO INTELCOTOPAXI



Latacunga 03 de Octubre de 2021

Internet y Telecomunicaciones Cotopaxi INTELCOTOPAXI Cia. Ltda.

Presente. -

A petición verbal, en debida y legal forma,

CERTIFICO:

Yo, Byron Klever Lisintuña con Cl. 1723388490 en calidad de representante legal de INTELCOTOPAXI Cia. Ltda. con RUC. 0591754904001, que el Sr. Uzuay Valenzuela Bryan Steeven con Cl. 1725435067, ha culminado con éxito el proyecto denominado IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIOENLACE PARA EXPANSIÓN DE COBERTURA DE INTERNET EN LA PARROQUIA "11 DE NOVIEMBRE" DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, misma que se encuentra en perfecto funcionamiento a día de hoy, lo cual demuestra la calidad de trabajo realizado aplicando los conocimientos adquiridos en la prestigiosa universidad.

En cuanto a la obtención de la concesión de frecuencias del espectro otorgado por parte de la ARCOTEL, la empresa se encuentra de proceso de obtención de la misma mediante el Oficio Nro. ARCOTEL-CTDS-2021-0872-OF, cabe recalcar que el trámite respectivo puede verse demorado considerando la actual situación que vive el país.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad para que el mencionado señor haga uso de este documento como creyere conveniente.



GERENTE GENERAL

DIRECCIÓN: CALLE BELISARIO QUEVEDO Y GUAYAQUIL

CONTACTOS: 0998550925 / 0983918013 / 0961201656

EMAIL: intelcotopaxi.sa@gmail.com



Latacunga 03 de Octubre de 2021

Internet y Telecomunicaciones Cotopaxi INTELCOTOPAXI Cia. Ltda.

Presente. -

A petición verbal, en debida y legal forma,

CERTIFICO:

Yo, Byron Klever Lisintuña con CI. 1723388490 en calidad de representante legal de INTELCOTOPAXI Cia. Ltda. con RUC. 0591754904001, que el Sr. Cadena Borja Bryan Alejandro con CI. 172177588-8, ha culminado con éxito el proyecto denominado IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIOENLACE PARA EXPANSIÓN DE COBERTURA DE INTERNET EN LA PARROQUIA "11 DE NOVIEMBRE" DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, misma que se encuentra en perfecto funcionamiento a día de hoy, lo cual demuestra la calidad de trabajo realizado aplicando los conocimientos adquiridos en la prestigiosa universidad.

En cuanto a la obtención de la concesión de frecuencias del espectro otorgado por parte de la ARCOTEL, la empresa se encuentra de proceso de obtención de la misma mediante el Oficio Nro. ARCOTEL-CTDS-2021-0872-OF, cabe recalcar que el trámite respectivo puede verse demorado considerando la actual situación que vive el país.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad para que el mencionado señor haga uso de este documento como creyere conveniente.



GERENTE GENERAL

DIRECCIÓN: CALLE BELISARIO QUEVEDO Y GUAYAQUIL

CONTACTOS: 0998550925 / 0983918013 / 0961201656

EMAIL: intelcotopaxi.sa@gmail.com