



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA ISP, PARA LA
DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO DE INTERNET GRATUITO MEDIANTE
PUNTOS DE ACCESO UBICADOS EN TRES ESPACIOS PÚBLICOS CON
MAYOR AFLUENCIA EN EL BARRIO SAN FERNANDO CANTÓN RUMIÑAHUI.**

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

AUTOR: Edgar Antonio Quinga Tupiza.

TUTOR: Ing. Juan Carlos Domínguez Ayala, MSc.

Quito - Ecuador

2024

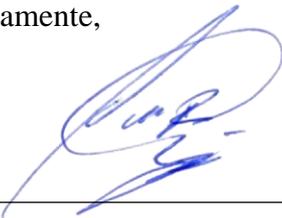
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edgar Antonio Quinga Tupiza con documento de identificación N°1721854238 manifiesto que:

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

Quito, 01 de agosto del año 2024

Atentamente,



Edgar Antonio Quinga Tupiza

1721854238

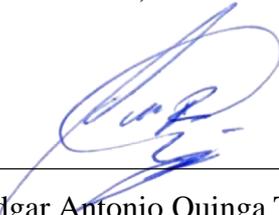
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo Edgar Antonio Quinga Tupiza con documento de identificación N°1721854238, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: "Análisis y diseño de una red inalámbrica isp, para la distribución del servicio de internet gratuito mediante puntos de acceso ubicados en tres espacios públicos con mayor afluencia en el barrio san fernando cantón rumiñahui", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Telecomunicaciones, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 01 de agosto del año 2024

Atentamente,



Edgar Antonio Quinga Tupiza

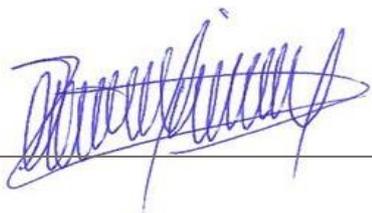
1721854238

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Carlos Domínguez Ayala con documento de identificación N°1713195590, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA ISP, PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO DE INTERNET GRATUITO MEDIANTE PUNTOS DE ACCESO UBICADOS EN TRES ESPACIOS PÚBLICOS CON MAYOR AFLUENCIA EN EL BARRIO SAN FERNANDO CANTÓN RUMIÑAHUI, realizado por Edgar Antonio Quinga Tupiza con documento de identificación N°1721854238 obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 01 de agosto del año 2024

Atentamente,



Ing. Juan Carlos Domínguez Ayala, MSc.

1713195590

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi padre, mi madre y hermano por ser el pilar incondicional y fundamental en mi vida ayudándome a alcanzar mis sueños y metas a pesar de las adversidades que se han presentado en mi vida. Si no tuviera el apoyo de mi familia no hubiera podido llegar a cumplir una meta más en vida.

ANTONIO QUINGA

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios y a la virgencita, por ayudarme y brindarme salud y ser las guías en mi vida para cumplir mis metas. Agradezco también a mis padres, por el esfuerzo diario para que yo pueda tener educación de calidad y por todo el sacrificio que han hecho por mí. Quiero también agradecer a mi hermano por siempre estar para mí en los momentos buenos y más aún en los momentos difíciles por ser un ejemplo para mí y más que mi hermano ser mi mejor amigo. Quiero también agradecer a mis abuelitos que están en cielo y a mis abuelitos que aún están conmigo que con su apoyo y cariño han sido parte de mi formación para ser un hombre de bien. Por último, pero no menos importante quiero también agradecer al director de carrera y a los ingenieros docentes de la carrera de telecomunicaciones por ser excelentes profesionales y a verme guiado a tener los conocimientos de la carrera que escogí para mi vida que son las telecomunicaciones.

ANTONIO QUINGA

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO 1	3
1.1 PROBLEMA	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 JUSTIFICACION.....	5
1.4 METODOLOGÍA	5
1.4.1 Paradigma de Investigación.....	5
1.4.2 Tipo de investigación	5
1.4.3 Alcance.....	6
1.4.4 Unidad de análisis.....	6
1.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.5.1 Enfoque cuantitativo y cualitativo.....	6
1.5.2 Experimental.....	6
1.6 MARCO CONCEPTUAL.....	7
1.6.1 Que son las redes	7
1.6.2 Tipos de redes.....	7
1.6.3 Red Lan (local area network).....	8
1.6.4 Red Man (metropolitan area network)	8
1.6.5 Red Wan (wireless local network).....	9
1.6.6 Red Can (campus area network)	9
1.6.7 COMPONENTES DE LA RED WLAN 802.11.....	10
1.6.8 ARQUITECTURAS DE UNA RED FISICA	10
1.6.9 QUE ES LA FIBRA ÓPTICA.....	11
1.6.10 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA.....	11
1.6.11 QUE ES LA RED WISP.....	12
1.6.12 ARQUITECTURA DE UNA RED WISP	12
1.6.13 QUE ES EL ISP	13
1.6.14 WIFI.....	14
1.6.15 WIFI 6.....	14

1.6.16	COMPONENTES DEL ISP.....	15
1.6.17	TOPOLOGÍA DEL ISP.....	15
1.6.18	ARQUITECTURA DEL ISP.....	16
CAPÍTULO 2		17
1.7	Análisis de la situación actual de conectividad del barrio San Fernando	17
1.7.1	Datos proporcionados por la INEC (Instituto nacional de estadística y censos) 17	
1.7.2	Cantidad de personas que tiene acceso a internet en la provincia de (Pichincha)	18
1.7.3	Servicio de acceso a internet (fijo)	18
1.7.4	Informe anual de Cisco sobre internet 2018-2023	18
1.8	Usuario a los que va dirigido el sistema inalámbrico.....	20
1.8.1	Centro medico	20
1.8.2	Centro deportivo	21
1.8.3	Iglesia barrial.....	21
1.9	Cálculo de ancho de banda	22
1.10	Software para la simulación	23
1.10.1	Cisco Packet Tracer	23
1.10.2	Radio Mobile.....	23
1.10.3	Software CAPsMAN	24
1.11	Hardware simulación equipos cisco	24
1.11.1	Equipos Cisco	24
1.11.2	Computador.....	24
1.11.3	Monitor.....	25
1.11.4	Controlador Cisco	26
1.11.5	Switch Cisco	27
1.11.6	Router Cisco.....	28
1.11.7	Access Point Cisco.....	28
1.12	Hardware para implementación equipos Mikrotik.....	29
1.12.1	Switch MikroTik	29
1.12.2	Router MikroTik.....	30
1.12.3	Access Point MikroTik.....	32
1.12.4	Antena MikroTik	34
1.12.5	Batería APC	35
1.12.6	Comparación de características de equipos	37

1.12.7	Diseño de Rack de Comunicación	43
1.13	Marco legal.....	45
1.13.1	Ley Orgánica de Telecomunicaciones (Telecomunicaciones, 2016)	45
CAPÍTULO 3	.....	47
1.14	Diseño de la red a implementarse	47
1.14.1	Proveedor de internet corporativo	47
1.15	Torre telescópica.....	50
1.15.1	Topología lógica.....	51
1.15.2	Topología física	52
1.16	DIRECCIONAMIENTO IP PRIVADO DE LA RED	52
1.16.1	Análisis de los Datos	52
1.16.2	Direccionamiento	53
CAPÍTULO 4	.....	54
1.17	SIMULACIÓN.....	54
1.17.1	Resultados packet tracer	55
1.17.2	Topología usada.....	55
1.18	Simulación Cisco Packet Tracer	56
1.18.1	Configuración de Pool.....	57
1.18.2	Configuración interfaces Router.....	58
1.18.3	Configuración de protocolo OSPF.....	58
1.18.4	Configuración de interfaces Switch	59
1.18.5	Tabla de VLANs	60
1.18.6	Configuración controladora.....	60
1.19	Resultados Cisco Packet Tracer	61
1.20	Radio Mobile	62
1.20.1	Ubicación Antena, Enlaces, Aps.....	62
1.20.2	Configuraciones de latitud y longitud	63
1.20.3	Configuración de los enlaces	65
1.21	Resultados enlaces mapa del barrio San Fernando	67
1.22	Resultados cobertura	69
CAPÍTULO 5	.....	71
1.23	ANÁLISIS DE VIABILIDAD FINANCIERA.....	72
RECOMENDACIONES	.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	.....	78
Bibliografía	.....	78

ANEXOS.....	79
-------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 RED LAN	8
Figura 1.2 RED MAN	8
Figura 1.3 RED WAN	9
Figura 1.4. RED CAN	9
Figura 1.5 COMPONENTES DE LAS RED WLAN 802.11.....	10
Figura 1.6 ARQUITECTURAS DE UNA RED FISICA	11
Figura 1.7 QUE ES LA FIBRA OPTICA	11
Figura 1.8 QUE ES LA RED WISP.....	12
Figura 1.9 ARQUITECTURA DE UNA RED WISP	13
Figura 1.10 QUE ES EL ISP	13
Figura 1.11 WIFI	14
Figura 1.12 WIFI 6.....	15
Figura 1.13 TOPOLOGIA DEL ISP	16
Figura 1.14 ARQUITECTURA DEL ISP.....	17
Figura 2.1 Centro medico	20
Figura 2.2 Centro deportivo	21
Figura 2.3 Iglesia barrial	22
.....	25
Figura 2.4 HP pavilion desktop tp01-2066.....	25
Figura 2.5 HP EliteDisplay E243p	26
Figura 2.6 Controlador inalámbrico Cisco 3504.....	27
Figura 2.7 modelo switch catalyst 9200 (c9200-48t)	27
Figura 2.8 Modelo router isr4321.....	28
Figura 2.9 modelo access point wireless ac cisco business wave2 gigabit d. Band	29
Figura 2.10 Modelo crs354-48g-4s+2q+rm.....	30
Figura 2.11 Modelo ccr1036-8g-2s+	32
Figura 2.12 Modelo hap ac ² (RB962UiGS-5hact2hnt).....	34
Figura 2.13 MODELO RBLHG-5nD.....	35
Figura 2.14 MODELO Smart-UPS SRT5KXLI.....	37
Figura 3.1 TORRE TELESCÓPICA SUPERTITAN WELD	51
Figura 3.2 TOPOLOGÍA LOGICA.....	51

Figura 3.3 TOPOLOGÍA FÍSICA.....	52
Figura 3.4 Análisis de datos métricas	53
Figura 4.1 Topología en Packet Tracer de la nueva red a ofrecer en el barrio San Fernando	56
Figura 4.2 Creación de Pool.....	57
Figura 4.3 Creación de interfaces	58
Figura 4.4 Configuración de protocolo OSPF	59
Figura 4.5 Configuración de interfaces switch.....	59
Figura 4.6 Tabla de VLANS.....	60
Figura 4.7 Configuración controlador	60
Figura 4.8 Rango usuario final	61
Figura 4.9 Nombre de red y contraseña	61
Figura 4.10 Conectividad de red.....	62
Figura 4.11 Ventana propiedades del mapa.....	63
Figura 4.12 Coordenadas sitio salud.....	63
Figura 4.13 Coordenadas sitio iglesia	64
Figura 4.14 Coordenadas sitio estadio	64
Figura 4.15 Coordenadas sitio isp.....	64
Figura 4.16 Pestaña parámetros.....	66
Figura 4.17 Pestaña topología	66
Figura 4.18 Pestaña miembros	67
Figura 4.19 Pestaña sistemas	67
Figura 4.20 Enlaces.....	68
Figura 4.21 enlace punto a punto.....	68
Figura 4.22 Enlace radio isp a salud.....	69
Figura 4.23 Enlaces Google earth	69
Figura 4.24 Cobertura enlaces.....	70
Figura 4.25 Cobertura sitio salud.....	70
Figura 4.26 cobertura sitio iglesia.....	71
Figura 4.27 cobertura sitio estadio.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 INEC Instituto Nacional de estadísticas y censo	17
Tabla 2.2 INEC Instituto Nacional de estadísticas y censo	18
Tabla 2.3 Número de suscripciones de internet fijo.....	18
Tabla 2.4 Usuarios de internet (latam).....	19
Tabla 2.5 Velocidad banda ancha fija 2023 (LATAM).....	19

Tabla 2.6 Velocidad banda ancha fija 2023 (LATAM)	20
Tabla 2.7 Calculo de ancho de banda	23
Tabla 2.8 Características HP pavilion desktop tp01-2066	25
Tabla 2.9 Características HP EliteDisplay E243p	26
Tabla 2.10 Características crs354-48g-4s+2q+rm	30
Tabla 2.11 Características ccr1036-8g-2s+	32
Tabla 2.12 Características hap ac ² (RB962UiGS-5hact2hnt).....	33
Tabla 2.13 Características RBLHG-5nD de MikroTik.....	35
Tabla 2.14 Características Smart-UPS SRT5KXLI.....	36
Tabla 2.15 Switch comparación de equipos MikroTik y Cisco	37
Tabla 2.16 Router comparación de equipos MikroTik y Cisco	38
Tabla 2.16 Access Point comparación de equipos MikroTik y Cisco.....	39
Tabla 2.17 Antena comparación de equipos MikroTik y Cisco.....	40
Tabla 2.18 Amperaje y Voltaje para alimentación de los equipos	42
Tabla 2.19 Calculo rendimiento de la batería	42
Tabla 2.20 Diseño unidades de rack	43
Tabla 2.21 Comparación de marcas de rack	44
Tabla 2.22 Distribución de equipos en rack	45
Tabla 3.1 características plan de internet.....	48
Tabla 3.2 Comparación con otros proveedores de internet	49
Tabla 3.3 torre telescópica SuperTitan Weld.....	50
Tabla 3.4 Informe anual cisco.....	52
Tabla 3.5 Direccionamiento clase B	54
Tabla 3.6 VLSM.....	54
Tabla 5.1 Costo de equipos	72
Tabla 5.2 Presupuestó para torres.....	72
Tabla 5.3 Presupuesto contratación de servicio	73
Tabla 5.4 Gastos de operación.....	73
Tabla 5.5 Gastos de inversión total e inversión anual.....	74
Tabla 5.6 Flujo de caja	75
Tabla 5.7 Nuevo flujo efectivo y tasa de descuento real.....	75
Tabla 5.8 Van y Tir	75

RESUMEN

El presente proyecto está enfocado hacia el análisis y diseño de una red inalámbrica ISP, para la distribución del servicio de internet gratuito mediante puntos de acceso ubicados en tres espacios públicos con mayor afluencia en el Barrio San Fernando del Cantón Rumiñahui, Debido a que en la actualidad el servicio de internet es está presente en la vida cotidiana de las personas, además que es una herramienta fundamental para la educación, comunicación, trabajo y entretenimiento, pero lastimosamente existen lugares con escasos recursos que no cuentan con acceso a este servicio de primer nivel, ya que no cuentan con la infraestructura y por falta de economía dela población.

El principal problema que tiene el barrio es su ubicación geográfica, ya que se encuentra en una zona rural del cantón Rumiñahui, al no existir una gran variedad de proveedores de internet fijo, es por tal motivo proponer un diseño de red inalámbrica, con tecnología WISP (Wireless Internet Service Provider) para cubrir una de las más importantes necesidades que hoy en día representa para la sociedad como es el uso del internet, ya que dicha localidad tiene la mayor restricción al uso del internet, el cual ayudara al usuario a realizar sus actividades de forma más sencilla.

Por tal motivo se ha considerado realizar un análisis y diseño del cual sería la mejor opción, basándose en una tecnología WISP, la cual ofrece servicios a diferencia de las otras infraestructuras, que no disponen de mejor o mayor escalabilidad para instalar cables o incluso no llega la señal a la ubicación destinada, este es un problema constante para las zonas más alejadas de la ciudad como es el caso de dicha localidad a realizar el diseño.

Palabras Claves: Diseño, red inalámbrica, ISP, puntos de acceso, Internet gratuito, tecnología WISP.

ABSTRACT

This project focuses on the analysis and design of an ISP wireless network for distributing free internet service through access points located in three high-traffic public spaces in the San Fernando neighborhood of the Rumiñahui Canton. While internet service is ubiquitous in modern life and essential for education, communication, work, and entertainment, many resource-constrained areas lack access due to insufficient infrastructure and economic constraints. The primary challenge facing the neighborhood is its rural location within the Rumiñahui Canton, which lacks a diverse range of fixed internet providers. Therefore, the proposal suggests designing a wireless network using WISP (Wireless Internet Service Provider) technology to address one of society's most pressing needs: internet access. This technology aims to mitigate the internet access restrictions prevalent in the locality, thereby simplifying user activities. Consequently, an analysis and design, primarily leveraging WISP technology, have been considered as the optimal solution. Unlike other infrastructures, WISP offers scalable services, addressing the challenges associated with cable installation and signal reach, particularly prevalent in remote areas such as the targeted locality.

Keywords: Design, wireless network, ISP (Internet Service Provider), access points, free internet, WISP technology.

CAPÍTULO 1

1.1 PROBLEMA

En el barrio San Fernando existe una brecha digital que con el pasar de los años aumenta cada vez que la ciudadanía demanda de mayores servicios con la finalidad de mejorar su calidad de vida. Dentro de sus requerimientos está el acceso al internet y del conocimiento a través del uso de las tecnologías de la información y comunicación, situación que en los actuales momentos es una necesidad y se debe satisfacer con oportunidad apoyando al desarrollo de la población del Cantón.

Mediante un censo realizado por el INEC en la parroquia de Sangolquí del Cantón Rumiñahui cuenta con 81.140 habitantes distribuido en diferentes barrios, como lo es el Barrio San Fernando el cual es una parte fundamental ya que cuenta con una capacidad de población de los 1500 habitantes los cuales su principal actividad es la agricultura lo cual le hace una localidad fundamental, para el Cantón Rumiñahui por tal motivo es indispensable que posea una tecnología para su comunicación de última generación la cual es el internet por fibra óptica.

Actualmente el barrio San Fernando perteneciente a la parroquia antes mencionada, cuenta con una población de 1500 habitantes la cual en su mayor parte son de bajos recursos y no disponen de un contrato de acceso a internet fijo lo que hace necesario la implementación de zonas wifi dando prioridad a los espacios públicos vulnerables y zonas vulnerables donde la población pueda tener acceso a internet con una conexión estable y rápida con el fin de poder realizar actividades de estudio y trabajo o realizar alguna actividad económica.

Delimitación del problema. -

Hoy en día las redes inalámbricas a nivel mundial son herramientas prioritarias para la sociedad ya que facilitan la educación, comunicación, trabajo y entretenimiento, pero lastimosamente existen lugares vulnerables que no cuentan con acceso a este servicio de primer nivel, ya que no cuentan con la infraestructura adecuada y por falta de economía de la población. En el Ecuador según estudios realizados el acceso a internet en zonas rurales

aun es restringido y limitado para gran parte de su población y más aún los barrios que se encuentran alejados de las grandes poblaciones. Actualmente el barrio San Fernando se encuentra ubicado en el Cantón Rumiñahui Provincia de Pichincha, el cual es uno de los barrios con escasos recursos, además que debido a su ubicación geográfica no existe una gran variedad de proveedores de internet fijo. Por otro lado, las actividades de ganadería, agricultura y turismo, que hasta el día de hoy presentan su principal economía de subsistencia, por lo que los recursos generados de sus actividades sirven para cubrir sus gastos diarios, pero no para poder pagar un servicio adicional e indispensable para la auto educación de los estudiantes como es el acceso a internet. Este proyecto tiene como finalidad proponer un diseño de red inalámbrica, con tecnología WISP (Wireless Internet Service Provider), para cubrir una de las más importantes necesidades que hoy en día representa para la sociedad como es el uso del internet, ya que dicha localidad tiene la mayor restricción al uso del internet, el cual ayudará al usuario a realizar sus actividades de forma más sencilla tanto en el estudio, trabajo, pago de servicios básicos y entretenimiento familiar.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General.

Diseñar una red WISP (Wireless Internet Service Provider), para implementar el servicio de internet gratuito mediante zonas wifi, ubicadas en tres espacios públicos, con capacidad de cubrir una necesidad actual del barrio de San Fernando del cantón Rumiñahui.

1.2.2 Objetivos Específicos.

1. Investigar los fundamentos técnicos y teóricos que envuelven el despliegue de una infraestructura WISP y Wifi.
2. Analizar la situación actual mediante la investigación de datos proporcionados por la ARCOTEL, del servicio de internet a nivel local y el impacto al implementar zonas wifi gratis en el barrio San Fernando.
3. Diseñar la red que se ajuste a los requerimientos de uso de la comunidad para interconexión local.
4. Realizar una simulación de prueba con el fin de validar que la solución cumpla con todos los estándares de calidad de servicio establecidos.

5. Elaborar un presupuesto económico para la implementación de la red a largo plazo, la cual brinde una transmisión óptima al usuario.

1.3 JUSTIFICACION

El uso del internet siendo una de las herramientas más importantes a nivel mundial, el cual ha ido evolucionando en los últimos años, el uso de la tecnología y el acceso a la información a través de las redes de comunicación como el internet brindan oportunidades y facilidades de accesos tanto educativos, trabajo y negocio.

En el Ecuador según estudios realizados el acceso a internet en zonas rurales aun es restringido y limitado para gran parte de su población y aun los barrios o zonas rurales que se encuentran alejados de las grandes poblaciones. Nuestro punto de enfoque es el barrio San Fernando se encuentra ubicado en el cantón Rumiñahui Provincia de Pichincha con una población de 1000 habitantes.

El cual es un barrio con escasos recursos, además que debido a su ubicación geográfica no existe muchas opciones de proveedores de internet fijo por otro lado las actividades de ganadería, agricultura, turismo que hasta el día de hoy presentan su principal economía de subsistencia por lo que los recursos generales de sus actividades sirven para cubrir sus gastos diarios, pero no son suficientes para cubrir servicios adicionales como es el acceso a internet. Por lo cual este proyecto tiene como finalidad proponer un diseño de red inalámbrica con tecnología WISP para cubrir la necesidad que en la actualidad es fundamental para la sociedad como es el acceso a internet el cual tiene como principal función ayudar al usuario a facilitar una actividad o tarea que quiera realizar.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Paradigma de Investigación

El paradigma de la investigación es cuantitativo y experimental; puesto que los resultados de la investigación se obtendrán a través de la simulación y análisis de datos cuantitativos para evaluar el comportamiento y eficiencia de la red inalámbrica propuesta con tecnología WISP en el Barrio San Fernando

1.4.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental, ya que se realizará una simulación para diseñar y evaluar una red inalámbrica con tecnología WISP. Los resultados se obtendrán mediante la experimentación y análisis de datos en un entorno controlado, permitiendo valorar la eficiencia y viabilidad del diseño propuesto sin necesidad de implementación física en el barrio San Fernando.

1.4.3 Alcance

El alcance de la investigación es exploratorio y descriptivo; ya que se busca explorar las posibilidades y desafíos de implementar una red inalámbrica con tecnología WISP en el Barrio San Fernando mediante simulaciones. El estudio describirá el diseño propuesto, evaluará su viabilidad y eficiencia, y proporcionará recomendaciones basadas en los resultados obtenidos de las simulaciones.

1.4.4 Unidad de análisis

Cantón Rumiñahui Barrio rural San Fernando

1.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Enfoque cuantitativo y cualitativo

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se utilizarán métodos estadísticos y matemáticos para realizar simulaciones y analizar datos sobre la eficiencia y rendimiento de la red inalámbrica con tecnología WISP. Los resultados serán obtenidos mediante la recopilación y análisis de datos numéricos que permitirán evaluar la viabilidad del diseño propuesto en el Barrio San Fernando.

1.5.2 Experimental

El enfoque de la investigación es experimental, ya que se utilizarán simulaciones para diseñar y evaluar una red inalámbrica con tecnología WISP. A través de la manipulación y control de variables específicas en un entorno simulado, se analizará el comportamiento y eficiencia de la red propuesta, permitiendo obtener datos cuantitativos que demuestren la viabilidad y efectividad del diseño para mejorar el acceso a internet en el Barrio San Fernando.

1.6 MARCO CONCEPTUAL

EL presente capítulo desarrollo la investigación del primer objetivo el cual es Investigar los fundamentos técnicos y teóricos que envuelven el despliegue de una infraestructura WISP y Wifi, para la implementación en espacios públicos en el Barrio San Fernando ubicado en Sangolquí, Provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui.

1.6.1 Que son las redes

En la actualidad la tecnología permite usar las redes de telecomunicaciones, mediante equipos de transmisión los cuales nos permiten transmitir información a través de señales electromagnéticas y ópticas. Esta información se puede enviar mediante datos de audio, video y otros tipos de transmisión, los cuales hoy en día son muy indispensables para cualquier actividad del ser humano tales como estudio, trabajo, pagos, transferencias y entretenimiento. [1]

1.6.2 Tipos de redes

Los tipos de redes se configuran con el objetivo de transmitir datos de un sistema a otro y funciona como un servidor que proporciona servicios de información. El tamaño del alcance de la red se puede establecer entre diversas dimensiones de red que existen de acuerdo a su capacidad o área de cobertura. [2]

Los diferentes tipos son aquellas que permiten conectar a los usuarios a distintas escalas por esa razón los diferentes tipos de redes se clasifican según su complejidad y su capacidad o tamaño, estas diferencias también influyen en el uso o tarea que realizara el usuario con ellas, a continuación, se nombrara los tipos de redes que existen:

- Red de área personal (PAN)
- Red área local (LAN)
- Red de área metropolitana (MAN)
- Red de área amplia (WAN)
- Red de área global (GAN)

1.6.3 Red Lan (local area network)

Es la red de área local es la red informática más importantes en los hogares y lugares de trabajo son las cuales permiten la comunicación entre equipos que tenga un sistema digital integrado dentro de un espacio relativamente pequeño. [3]

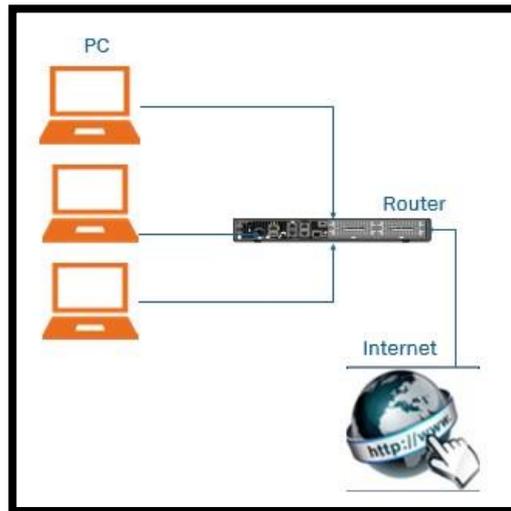


Figura 1.1 RED LAN

Elaborado por. Antonio Quinga

1.6.4 Red Man (metropolitan area network)

Las redes de área metropolitana consisten en la interconexión de varias LAN. Es un tipo de red informática de tamaño mediano que conectan a dispositivos y usuarios dentro de un espacio grande como una comunidad o una ciudad. [4]

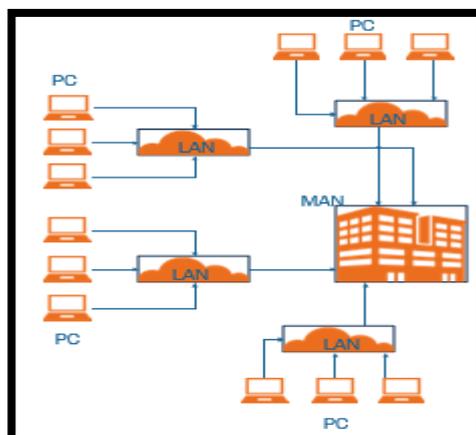


Figura 1.2 RED MAN

1.6.5 Red Wan (wireless local network)

Se la define como una red de área amplia son redes computacionales más grandes que engloban e interconectan a las LAN, MAN y otros tipos de redes informáticas. [4]

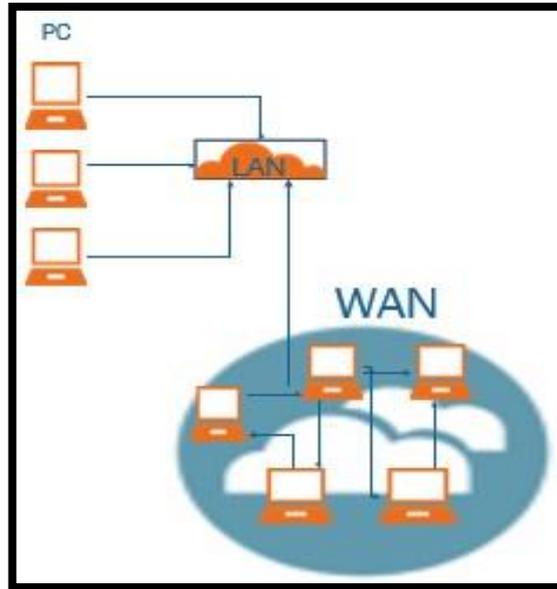


Figura 1.3 RED WAN

1.6.6 Red Can (campus area network)

Es el encargado de servicio de conectividad a una red ubicada en el espacio su infraestructura se puede conectar con el campus de una universidad o espacios cooperativos de gran envergadura. [5]

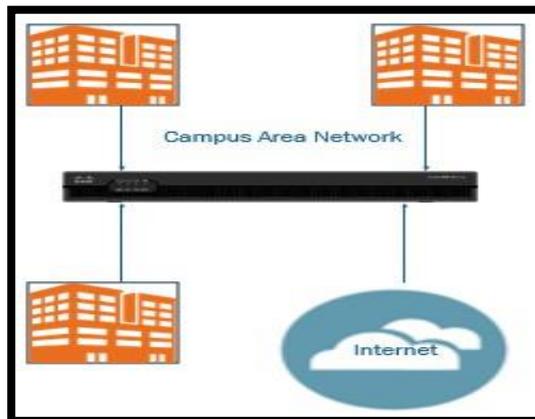


Figura 1.4. RED CAN

1.6.7 COMPONENTES DE LA RED WLAN 802.11

La estructura del estándar 802.11 se compone de diversos elementos esenciales, incluyendo la estación (STA), el punto de acceso inalámbrico (AP), el conjunto básico de servicios independientes (BSS), la red de distribución (DS) y el conjunto de servicios extendidos (ESS). La mayoría de estos componentes pertenecientes a la arquitectura lógica 802.11 son dispositivos de hardware, tales como estaciones y puntos de acceso inalámbricos. [3]



Figura 1.5 COMPONENTES DE LAS RED WLAN 802.11

1.6.8 ARQUITECTURAS DE UNA RED FISICA

La configuración óptima de una red se refiere a la manera en que los servicios y dispositivos se organizan en un conjunto específico para satisfacer las demandas de conectividad de los dispositivos y aplicaciones de los usuarios. Esta arquitectura de red representa el entorno físico donde se llevará a cabo la interacción de los componentes diseñados con los dispositivos físicos empleados. Además, funciona como el epicentro operativo, direccionando su desempeño y los canales de comunicación necesarios para su funcionamiento. [6]

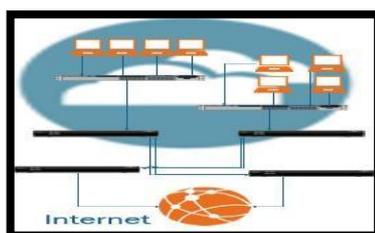


Figura 1.6 ARQUITECTURAS DE UNA RED FISICA

Elaborado por. Antonio Quinga

1.6.9 QUE ES LA FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un medio utilizado para transmitir datos a través de impulsos fotoeléctricos, utilizando hilos fabricados con materiales como vidrio transparente y plásticos específicos. Estos hilos pueden tener dimensiones extremadamente delgadas, llegando a ser tan finos como un cabello humano, lo que permite la transmisión de señales a velocidades considerables. [7]

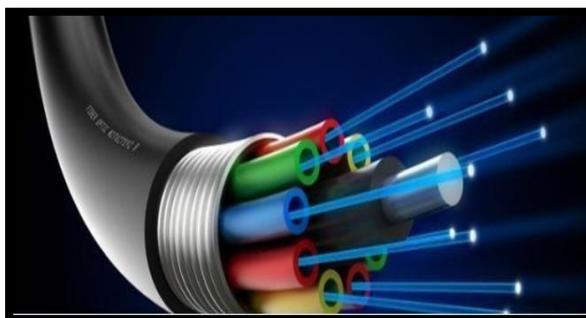


Figura 1.7 QUE ES LA FIBRA OPTICA

Fuente: [7]

1.6.10 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA

Existen dos tipos de fibra óptica, que actúan como canal para el paso del haz de luz a través de los cables. Estos cables, que tienen un tamaño diminuto similar al de un cabello humano, se pueden clasificar en dos tipos diferentes de fibra:

- Fibras Monomodo
- Fibras Multimodo

Fibras monomodo: Las fibras monomodo tienen la capacidad de transportar un solo haz luminoso a través del medio. En condiciones óptimas, este haz puede alcanzar distancias de hasta 400 km sin necesidad de un repetidor para su amplificación. Cada fibra monomodo puede transportar un total de 10 Gbit/s. [8]

Fibra multimodo: Por otro lado, las fibras multimodo tienen la capacidad de transmitir múltiples señales de luz a través de una sola fibra. Estos haces de luz suelen ser generados por LEDs de baja intensidad. Las fibras multimodo son ideales para distancias más cortas, ofreciendo ventajas en costos y siendo más sencillas de instalar. [8]

1.6.11 QUE ES LA RED WISP

Una red WISP o ISP (Proveedor de Servicios de Internet) es una entidad que ofrece conexión a internet a sus usuarios mediante tecnologías inalámbricas o cableadas. Un WISP utiliza principalmente tecnologías inalámbricas, como Wi-Fi, para proporcionar acceso a internet en áreas específicas, incluyendo hogares, negocios o espacios abiertos. [9]

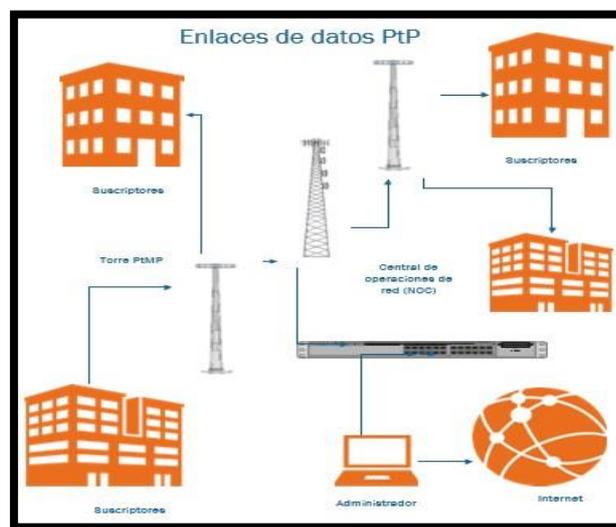


Figura 1.8 QUE ES LA RED WISP

Elaborado por. Antonio Quinga

1.6.12 ARQUITECTURA DE UNA RED WISP

La arquitectura de una red WISP abarca todas las conexiones necesarias desde el centro de datos, que suele estar ubicado en el punto base de operaciones. Este centro de datos actúa como el punto inicial de transmisión, con la instalación de puntos de acceso inalámbrico. La señal inalámbrica se extiende mediante la colocación estratégica de puntos de acceso en diversas estructuras, lo que amplía el radio de cobertura y permite que la señal llegue hasta los clientes. [9]

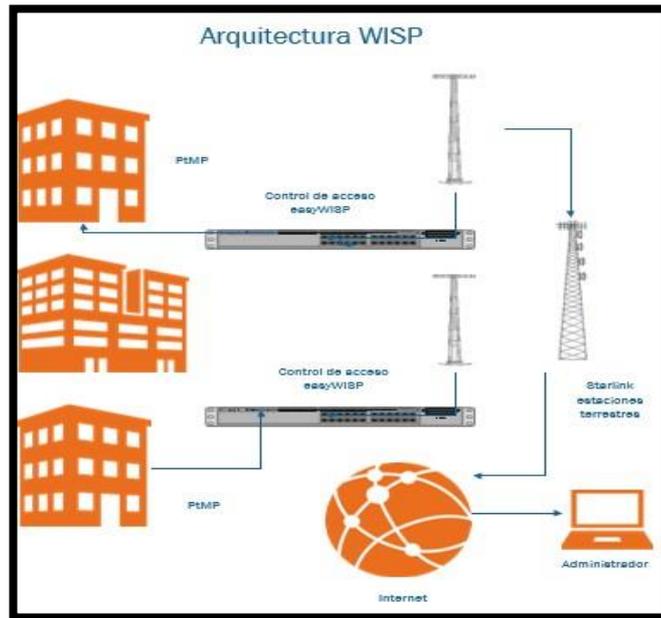


Figura 1.9 ARQUITECTURA DE UNA RED WISP

Elaborado por. Antonio Quinga

1.6.13 QUE ES EL ISP

ISP es el acrónimo de 'Internet Service Provider', que se traduce como Proveedor de Servicios de Internet. Este término se refiere a una entidad empresarial cuyo objetivo principal es brindar acceso a Internet tanto a usuarios individuales como a organizaciones. Esto permite que los usuarios que acceden al servicio de un ISP puedan navegar por la web y utilizar recursos en línea. [10]

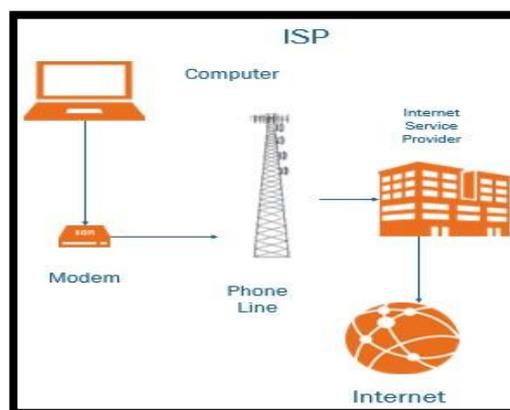


Figura 1.10 QUE ES EL ISP

Elaborado por. Antonio Quinga

1.6.14 WIFI

Wifi, abreviatura de "Wireless Fidelity" (fidelidad inalámbrica), es una tecnología que permite la conexión inalámbrica de dispositivos electrónicos a internet. Esta tecnología posibilita la conexión de dispositivos como teléfonos celulares, computadoras portátiles y televisores a la red mediante avances tecnológicos. Cada vez son más los dispositivos que pueden conectarse a internet a través de redes wifi locales debido al continuo desarrollo tecnológico. [11]

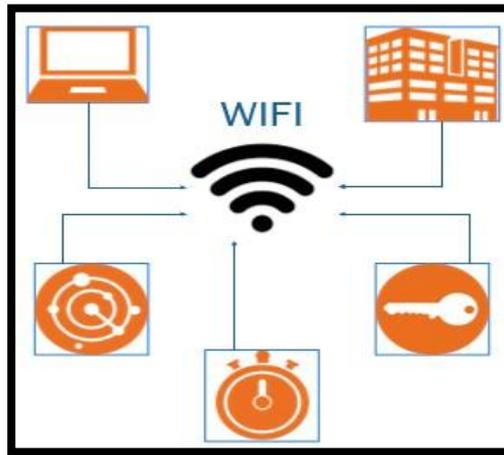


Figura 1.11 WIFI

Elaborado por. Antonio Quinga

1.6.15 WIFI 6

El estándar de conectividad actual, conocido como Wifi 6, está ganando una mayor presencia en dispositivos y routers. Esto se debe a la reciente apertura del programa de certificaciones oficiales por parte de la Wifi Alliance. Wifi 6 presenta una serie de cambios y novedades significativas, ofreciendo una mejor adaptación a escenarios comunes en los que múltiples dispositivos buscan acceder a internet simultáneamente. Anteriormente conocido como Wifi 802.11ax, el cambio en la numeración de las versiones fue decidido recientemente por la Wifi Alliance para simplificar el sistema de denominación de los estándares. [11]



Figura 1.12 WIFI 6

Elaborado por. Antonio Quinga

1.6.16 COMPONENTES DEL ISP

Los Proveedores de Servicios de Internet (ISP) deben garantizar el cumplimiento del servicio contratado por sus usuarios y organizaciones, asegurando aspectos como la calidad del servicio y una conectividad rápida. Para lograr esto, se requiere un diseño de red con alta redundancia en todos los elementos y múltiples enlaces de alta capacidad, que incluyen:

Red de acceso: Esta etapa implica que el cliente se conecte a través de un router que se enlaza directamente con una línea dedicada hacia un router concentrador de acceso.

Red de concentración: Aquí se agregan las conexiones de múltiples clientes en los Puntos de Presencia (POP, por sus siglas en inglés). Los routers concentradores de acceso disponen de interfaces con redundancia física en ambos extremos.

Red troncal: Esta red es responsable de manejar y concentrar el tráfico en los routers a medida que crece la densidad del tráfico. Los equipos en esta etapa deben estar diseñados para asegurar un funcionamiento adecuado incluso con cargas elevadas. [10]

1.6.17 TOPOLOGÍA DEL ISP

Las infraestructuras más comunes que han demostrado un alto rendimiento en conectividad son aquellas con topologías específicas. Estos tipos de configuraciones pueden experimentar cambios en la cantidad de conexiones, lo cual varía dependiendo del cuadrado del número de nodos.

La topología en malla diseñada puede sobrecargar el protocolo de enrutamiento interno (IGP, por sus siglas en inglés, Interior Gateway Protocol) utilizado por el ISP. Esto sucede debido a la complejidad que implica la interconexión entre múltiples nodos en la red de malla, generando una carga adicional en el proceso de enrutamiento. [10]

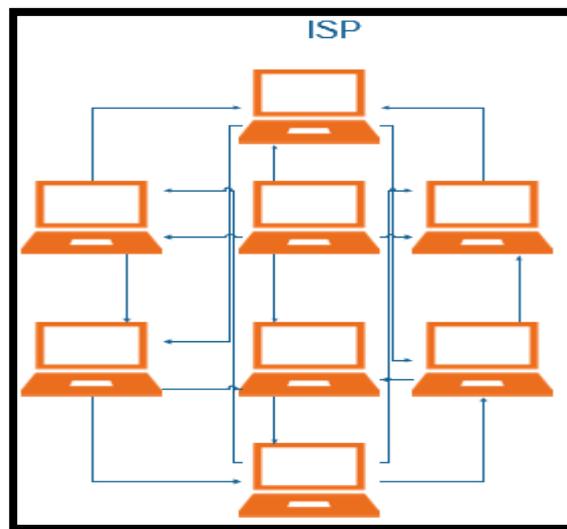


Figura 1.13 TOPOLOGIA DEL ISP

Elaborado por. Antonio Quinga

1.6.18 ARQUITECTURA DEL ISP

La arquitectura de un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) requiere recursos esenciales, incluyendo hardware y software, para permitir a los usuarios adquirir acceso a la red o conexión a internet. La calidad del servicio ofrecido por un ISP es crucial y está estrechamente vinculada a la conectividad. Para un proveedor de servicios de internet, la cobertura y la conectividad son aspectos fundamentales, ya que los usuarios dependen de mantenerse constantemente conectados a la red. [9]

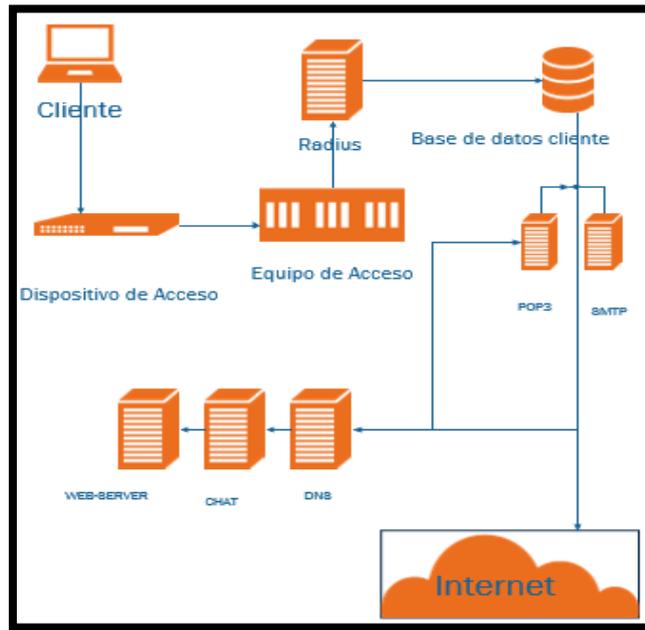


Figura 1.14 ARQUITECTURA DEL ISP

Elaborado por. Antonio Quinga

CAPÍTULO 2

1.7 Análisis de la situación actual de conectividad del barrio San Fernando

1.7.1 Datos proporcionados por la INEC (Instituto nacional de estadística y censos)

Densidad poblacional Valle de los chillos Sangolquí (referencia)

Se tomo los datos que se encuentran en la página del INEC los cuales corresponden al censo de densidad poblacional del 2010 para lo cual nos centramos en la situación poblacional de cantones de la provincia de pichincha específicamente en el cantón Rumiñahui los cuales nos servirán como un indicador de las personas que pueden ser beneficiados de este proyecto si bien los datos no estas sectorizados en el barrio San Fernando se usaran los datos del INEC como una referencia.

Datos de Censo poblacional 2010 Cantón Rumiñahui

Población	Mujeres	%	Hombres	%
85.852	43.935	51,17	41.917	48.83

Tabla 2.1 INEC Instituto Nacional de estadísticas y censo

Datos proporcionados INEC – resultados del censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador

Fuente: [12], [13]

1.7.2 Cantidad de personas que tiene acceso a internet en la provincia de (Pichincha)

Utilizando los datos proporcionados por el INEC podemos saber el número de las personas que tienen acceso a internet fijo a nivel poblacional.

Datos utilización de servicios tecnológicos en la provincia de pichincha

Internet Fijo
190.920 usuario
26.2% población

Tabla 2.2 INEC Instituto Nacional de estadísticas y censo

Datos proporcionados INEC – resultados del censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador

Fuente: [12]

1.7.3 Servicio de acceso a internet (fijo)

Cuentas de internet fijo en la provincia de Pichincha

Con ayuda de los datos proporcionados por el boletín de cierre de la arcotel de diciembre 2022-2023 podemos constatar que Pichincha y Guayas son las provincias en la cuales se registran el mayor número cuentas siendo Pichincha el más grande con un porcentaje de 29.43% y un número cuentas de 792.778.

Internet Fijo (Pichincha)
792.778

Tabla 2.3 Número de suscripciones de internet fijo

Datos proporcionados arcotel boletín estadístico – 2023

Fuente: [14]

1.7.4 Informe anual de Cisco sobre internet 2018-2023

Numero de usuario de internet en latino América en el 2023

Con los datos del registro anual de cisco sobre internet del año 2023 LATAM (Latino América) podemos saber que un estimado de usuarios que usan internet es de 470 millones lo cual significa un 70% por ciento de la población de la región.

Usuarios de internet (LATAM)
470.000

Tabla 2.4 Usuarios de internet (latam)

Fuente: [15]

Velocidad promedio de banda ancha fija de LATAM para el 2023

Con los datos del registro anual de cisco sobre internet del año 2023 LATAM (Latino América) podemos saber que para el 2023 la velocidad promedio de banda ancha fija en la latina américa va alcanzar 59.3 Mbps el cual es un dato importante a considerar para la ISP propuesta.

Velocidad banda ancha fija 2023 (LATAM)
59.3 Mbps

Tabla 2.5 Velocidad banda ancha fija 2023 (LATAM)

Fuente: [15]

Tipos de tráfico Web

Realizando una consulta sobre los diferentes tipos de tráfico web más usados en Ecuador se tomó diferentes muestras de los tráficos más usados (video, voz, correo electrónico, Facebook, Tiktok, Instagram) separándolos en tipo de uso y tiempo de uso. Se transformo los siguientes datos de MB (megabyte por segundo) a (megabit por segundo) lo cual se realiza para convertir ancho de banda (tamaño de memoria) que se utilizara como dato para escoger nuestro proveedor de internet corporativo.

Tipo de trafico web	Tipo de uso y Cantidad usada	Tiempo	Mbps
Video (Youtube)	Visita = 77987.2 MB	1 hora	173.3 Mbps
Correo Electronico (Yahoo.com)	Visita = 0.0195 MB	1 hora	0.455 Mbps
Facebook	Visita = 2 MB	1 hora	85.12 Mbps
TikTok	Visita = 652.44.73 MB	1 hora	51.26 Mbps

Tabla 2.6 Velocidad banda ancha fija 2023 (LATAM)

Fuente: [16], [17]

1.8 Usuario a los que va dirigido el sistema inalámbrico

La finalidad de este proyecto es poder minorizar la brecha digital existente en el barrio (San Fernando) ubicado en el valle de los chillos por esta razón el servicio está enfocado a tres espacios públicos con mayor afluencia en los cuales es indispensable poder contar con un servicio de internet que pueda impulsar la información digital en el barrio.

1.8.1 Centro medico



Figura 2.1 Centro medico

Elaborado por. Antonio Quinga

El servicio de Internet gratuito abastecerá tanto al centro médico como a la casa barrial, los cuales se encuentran juntos, beneficiando al público en general que visita estos lugares. De esta manera, se reducirá la brecha digital existente en la comunidad. Se estima que un total de 50 personas, incluyendo niños, jóvenes y adultos, podrán conectarse y usar el servicio con sus propios dispositivos.

1.8.2 Centro deportivo

El enfoque principal del servicio de Internet gratuito estará dirigido al público en general, incluyendo jugadores y aficionados. Esto permitirá que todos los usuarios utilicen la herramienta de comunicación para promover eventos deportivos, partidos y actividades relacionadas con el deporte. Además, ofrecerá a los usuarios la posibilidad de navegar por la web y disfrutar de entretenimiento, abordando así la falta de información digital deportiva dentro del barrio y fomentando la práctica del deporte. Se estima que, en días muy concurridos, hasta 70 usuarios podrán conectarse al servicio utilizando sus propios dispositivos.



Figura 2.2 Centro deportivo

Elaborado por. Antonio Quinga

1.8.3 Iglesia barrial

El servicio está enfocado en atender las necesidades del público en general, incluyendo tanto a los feligreses de la comunidad eclesiástica como a la guardería municipal ubicada junto a la iglesia. Para la iglesia, permitirá facilitar la comunicación y difusión de eventos importantes dentro de la comunidad, como horarios de misas, eventos especiales y solicitudes de donaciones para causas benéficas, como albergues locales u otras necesidades comunitarias. La guardería municipal se beneficiará al recibir apoyo para fomentar actividades educativas utilizando recursos tecnológicos. Esta iniciativa abordará la falta de

información digital en la guardería, contribuyendo así al desarrollo integral de los niños. En total, se estima que 60 usuarios podrán beneficiarse del servicio de internet gratuito.



Figura 2.3 Iglesia barrial

Elaborado por. Antonio Quinga

1.9 Cálculo de ancho de banda

Para realizar el cálculo de banda ancha de la red wisp se tomó en cuenta la cantidad de usuarios que se tendrán en los tres espacios públicos teniendo un total de 180 usuario totales para los cual primero se considera el cálculo de simultaneidad en el cual para el cálculo del tráfico tomamos aspectos como: aplicaciones, total de usuario del sitio público, índice de simultaneidad, usuarios proyectados y como resultado el total de usuarios que podrían generar tráfico simultáneamente. Como segundo cálculo realizado para el valor total de ancho de banda es el tráfico en el cual se considera: aplicaciones, numero de ingresos por hora, tamaño promedio de uso de la aplicación y como resultado el tráfico por aplicación.

Se realizo los respectivo calculo usando los resultados de simultaneidad y tráfico de cada punto publico consiguiendo un ancho de banda total de 147,918.76 Mbps.

EXTRANET TOTAL		
	AB	TOTAL
Centro Médico	2830,222222	53774,222
	5880000	29400000
Centro Deportivo	3782,888889	162664,22
	10584000	105840000
Iglesia	6198,666667	136370,67
	1764000	15876000
		151468809
	TOTAL (Mbps)	147918,76

Tabla 2.7 Calculo de ancho de banda

Elaborado por. Antonio Quinga

1.10 Software para la simulación

1.10.1 Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer es una herramienta de simulación desarrollada por Cisco Systems, diseñada para diversas plataformas. Esta aplicación permite crear simulaciones que representan la funcionalidad y la instalación de redes de telecomunicaciones e información.

El software posibilita a los usuarios simular distintas configuraciones de routers o switches de Cisco a través de una interfaz simulada de comandos. Packet Tracer presenta una interfaz intuitiva y fácil de utilizar que se basa en la funcionalidad de arrastrar y soltar, permitiendo la adición y eliminación de dispositivos de red de manera flexible y personalizada

1.10.2 Radio Mobile

Radio Mobile es un software utilizado en el diseño y análisis de sistemas de comunicaciones de radiofrecuencia, como las redes móviles y las comunicaciones de radio aficionados. Permite simular la propagación de señales de radio considerando

factores como la topografía del terreno, la altura de las antenas y la potencia de transmisión. Esta herramienta es esencial para planificar la ubicación de torres de transmisión, estimar la cobertura de redes y optimizar la eficiencia de las comunicaciones inalámbricas.

1.10.3 Software CAPsMAN

es una función del software RouterOS de MikroTik que permite centralizar la gestión y configuración de múltiples puntos de acceso inalámbricos (AP) dentro de una red. Con CAPsMAN, puedes controlar y gestionar los AP desde una ubicación central, lo que ofrece ventajas similares a las proporcionadas por un controlador inalámbrico tradicional. Sin embargo, hay que tener en cuenta que CAPsMAN requiere que utilice puntos de acceso compatibles con MikroTik.

1.11 Hardware simulación equipos cisco

1.11.1 Equipos Cisco

Cisco, una empresa de renombre a nivel global, es conocido por ser un fabricante estadounidense de dispositivos para redes tanto locales como externas, además de brindar servicios de soluciones de red. Su enfoque principal se centra en establecer la conectividad entre dispositivos y demostrar el potencial futuro de la tecnología.

1.11.2 Computador

El HP Pavilion Desktop TP01-2066 ofrece un equilibrio perfecto entre potencia, almacenamiento, conectividad y capacidad de expansión, lo que lo convierte en una excelente opción para gestionar redes y tareas informáticas centradas en las telecomunicaciones de manera eficiente y efectiva.

Características	Descripción
Procesador	Intel Core i5-11400 (11th Gen) o AMD Ryzen 5 5600X

Memoria RAM	32 GB DDR4
Almacenamiento	SSD de 512 GB + HDD de 1 TB
Tarjeta gráfica	Gráficos integrados Intel UHD Graphics 730 o AMD Radeon Vega
Sistema operativo	Windows 10 Pro
Conectividad	Puertos USB, HDMI, DisplayPort, 2 tarjetas Ethernet, lector de tarjetas SD
Diseño	Modular para actualizaciones futuras
Precio	\$ 600

Tabla 2.8 Características HP pavilion desktop tp01-2066

Elaborado por. Antonio Quinga



Figura 2.4 HP pavilion desktop tp01-2066

Fuente: [18]

1.11.3 Monitor

El monitor HP EliteDisplay E243p es una opción de visualización versátil y de alta calidad. Su pantalla de alta resolución y tecnología IPS proporcionan imágenes claras y colores vibrantes desde cualquier ángulo. Con una variedad de puertos de conectividad, incluyendo

USB, HDMI y DisplayPort, así como un lector de tarjetas SD integrado, ofrece una amplia gama de opciones de conexión para dispositivos externos.

Característica	Descripción
Puertos USB integrados	Permite la conexión directa de dispositivos USB al monitor.
Puertos HDMI y DisplayPort	Proporciona conectividad de alta definición para dispositivos externos como computadoras y consolas.
Concentrador USB con puertos adicionales	Ofrece puertos USB adicionales para facilitar la conexión de más dispositivos al monitor.
Lector de tarjetas SD integrado	Permite la transferencia de archivos desde tarjetas de memoria SD directamente al monitor.
Diseño ergonómico	Incluye ajuste de altura, inclinación, rotación y pivote para adaptarse a las preferencias del usuario.
Precio	\$ 259

Tabla 2.9 Características HP EliteDisplay E243p

Elaborado por. Antonio Quinga



Figura 2.5 HP EliteDisplay E243p

Fuente: [19]

1.11.4 Controlador Cisco

El controlador inalámbrico Cisco serie 3504, con la referencia AIR-CT23504-K9, facilita la implementación de su red inalámbrica al ofrecer comunicación en tiempo real entre los puntos de acceso de Cisco Aironet. Este modelo básico se presenta como una opción adecuada para empresas de tamaño mediano y sucursales.

El 3504 se destaca como el controlador más pequeño en la gama de controladores de LAN inalámbrica (WLC), operando como un dispositivo físico capaz de gestionar hasta 150 puntos de acceso (AP) y 4 GB de ancho de banda.



Figura 2.6 Controlador inalámbrico Cisco 3504

Fuente: [20]

1.11.5 Switch Cisco

El Switch Catalyst 9200 (C9200-48T) ha sido específicamente concebido para la evolución de las redes basadas en intenciones. Dentro de la línea de conmutadores Catalyst 9000, este dispositivo integra ASIC (Circuito Integrado Específico de Aplicación) programables y novedades en software con el propósito de brindar un rendimiento superior y una funcionalidad destacada en la industria. Además, se caracteriza por ofrecer avances revolucionarios en áreas cruciales como la seguridad, Internet de las cosas (IoT), movilidad y computación en la nube.



Figura 2.7 modelo switch catalyst 9200 (c9200-48t)

Fuente: [21]

1.11.6 Router Cisco

El Router de Servicios Cisco ISR4321 está específicamente diseñado para ofrecer servicios avanzados a entornos de sucursales de pequeñas empresas. Su rendimiento de procesamiento predeterminado alcanza los 50 Mbps. Estos routers tienen la capacidad de extender de manera transparente los servicios de nube a ubicaciones remotas, facilitando así la aceleración del proceso de digitalización de las empresas. La serie 4000 se emplea de manera efectiva para migrar hacia una arquitectura WAN híbrida.



Figura 2.8 Modelo router isr4321

Fuente: [22]

1.11.7 Access Point Cisco

El Access Point Wireless Ac Cisco Business Wave2 Gigabit D. band de doble banda de Cisco proporciona una red Wifi eficiente en términos de rendimiento, con características de seguridad avanzadas y un costo asequible. Asegura velocidades y cobertura óptimas, garantizando una conexión estable, lo que lo convierte en una solución ideal tanto para entornos residenciales como empresariales donde múltiples dispositivos se conectan simultáneamente.



Figura 2.9 modelo access point wireless ac cisco business wave2 gigabit d. Band

Fuente: [23], [24]

1.12 Hardware para implementación equipos Mikrotik

1.12.1 Switch MikroTik

El CRS354-48G-4S+2Q+RM es un switch de capa de acceso de MikroTik un conmutador único que lleva la configuración de la red al siguiente nivel su diseño es para montaje en rack, adaptable y eficiente, ideal para gestionar redes en entornos exigentes y dinámicos. Es un estándar en cuanto a relación precio-rendimiento.

Característica	Descripción
VLANs (IEEE 802.1Q)	Soporta VLANs para segmentar y organizar el tráfico de red según las necesidades del usuario.
Seguridad	Firewall, listas de control de acceso (ACL), autenticación de usuarios, VPN, IDS/IPS, entre otras características.
Gestión	Administración a través del sistema operativo RouterOS de MikroTik. Con RouterOS, puedes acceder al equipo a través de una interfaz de línea de comandos (CLI) o una interfaz gráfica de usuario (GUI). Desde esta interfaz se puede configurar y administrar todas las funciones del equipo incluyendo configuración de Vlan, características de gestión, enrutamiento, calidad de servicio.

Calidad de Servicio	Soporte para QoS (Quality of Service)
Escalabilidad	48 puertos Gigabit Ethernet, 4 puertos SFP+ para conectividad de alta velocidad, 2 puertos QSFP+ para enlaces de alto rendimiento, diseño modular para escalabilidad, procesador multinúcleo para un rendimiento óptimo.
Doble fuente de alimentación	Si
Precio	\$ 599.00

Tabla 2.10 Características crs354-48g-4s+2q+rm

Elaborado por. Antonio Quinga



Figura 2.10 Modelo crs354-48g-4s+2q+rm

Fuente: [25]

1.12.2 Router MikroTik

El CCR1036-8G-2S+ es un Router de la marca MikroTik de alto rendimiento diseñado para redes empresariales y proveedores de servicios. Ofrece capacidades avanzadas de enrutamiento y gestión, así como seguridad integral para proteger la red contra amenazas cibernéticas. El cual cuenta con puertos SFP+ para compatibilidad con interfaz 10G. Este

equipo viene en una caja de montaje en rack de 1U, tiene dos puertos SFP+, ocho puertos Gigabit Ethernet y un puerto de consola serie.

Característica	Descripción
VLANs (IEEE 802.1Q)	Soporta VLANs para segmentar y organizar el tráfico de red según las necesidades del usuario.
Seguridad	Firewall, listas de control de acceso (ACL), autenticación de usuarios, VPN, IDS/IPS, entre otras características.
Gestión	Administración a través del sistema operativo RouterOS de MikroTik. Con RouterOS, puedes acceder al equipo a través de una interfaz de línea de comandos (CLI) o una interfaz gráfica de usuario (GUI). Desde esta interfaz se puede configurar y administrar todas las funciones del equipo incluyendo configuración de Vlans, características de gestión, enrutamiento, calidad de servicio.
Calidad de Servicio	Soporte para QoS (Quality of Service)
Escalabilidad	48 puertos Gigabit Ethernet, 4 puertos SFP+ para conectividad de alta velocidad, 2 puertos QSFP+ para enlaces de alto rendimiento, diseño modular para escalabilidad, procesador multinúcleo para un rendimiento óptimo.
Doble fuente de alimentación	si
Precio	\$ 1195.00

Tabla 2.11 Características ccr1036-8g-2s+

Elaborado por. Antonio Quinga

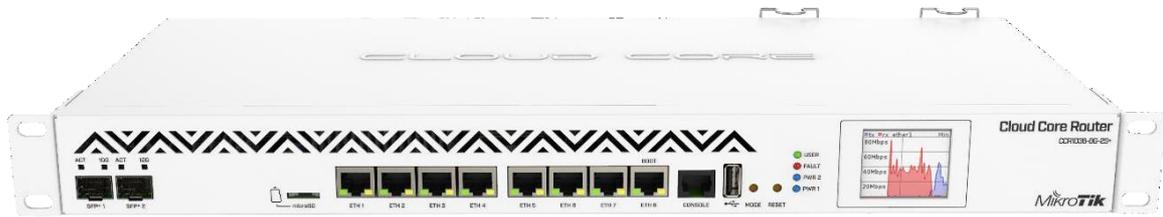


Figura 2.11 Modelo ccr1036-8g-2s+

Fuente: [26]

1.12.3 Access Point MikroTik

El hAP ac² (RB962UiGS-5HacT2HnT). es un dispositivo inalámbrico altamente versátil diseñado para su uso en el hogar o la oficina. Este dispositivo de doble banda cuenta con puertos Gigabit que aprovechan todas las ventajas de la velocidad de la tecnología 802.11ac, al tiempo que garantiza la compatibilidad con dispositivos heredados en los modos 802.11 b/g/n de 2 GHz y 5 GHz a/n. Las antenas omnidireccionales del hAP ac permiten su montaje en cualquier lugar, mientras que su transmisor de alta potencia asegura una cobertura óptima para los dispositivos móviles en su hogar, oficina o lugar público. Además de sus características estándar, el hAP ac es especialmente adecuado para zonas rurales por varias razones. La capacidad de banda dual y el soporte para múltiples estándares permiten una conectividad versátil, lo que lo convierte en una solución ideal para áreas donde las opciones de conectividad pueden ser limitadas.

Característica	Descripción
Estándar	Compatible con los estándares IEEE 802.11a/b/g/n/ac, lo que garantiza la compatibilidad con una amplia variedad de dispositivos inalámbricos.
Puertos de Gigabit	Dispone de cinco puertos Gigabit Ethernet para conexiones cableadas de alta velocidad.

Rendimiento	Ofrece un rendimiento óptimo gracias a la tecnología 802.11ac y sus antenas omnidireccionales de alta potencia.
Conectividad	Opera en bandas de frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz, proporcionando una conectividad versátil y amplia cobertura inalámbrica.
Seguridad	Incorpora funciones avanzadas de seguridad, como cifrado de datos, autenticación de usuarios y configuraciones de seguridad personalizables.
Gestión	Administre de forma local a través de la interfaz de usuario basada en web de MikroTik o de forma centralizada con el software de gestión de red.
Calidad de Servicio	Soporta calidad de servicio (QoS) para priorizar el tráfico de red y garantizar un rendimiento óptimo para aplicaciones críticas.
Escalabilidad	Altamente escalable y puede integrarse fácilmente en redes existentes de MikroTik para expandir su funcionalidad según sea necesario
Precio	\$129.00

Tabla 2.12 Características hap ac² (RB962UiGS-5hact2hnt)

Elaborado por. Antonio Quinga



Figura 2.12 Modelo hap ac² (RB962UiGS-5hact2hnt)

Fuente: [27]

1.12.4 Antena MikroTik

El RBLHG-5nD de MikroTik es un dispositivo inalámbrico compacto y liviano que opera en la frecuencia de 5 GHz y cumple con los estándares 802.11a/n. Está equipado con una antena de rejilla de polarización dual integrada de 24,5 dBi, todo ello a un precio revolucionario. El LHG 5 es una excelente opción para zonas rurales por varias razones. Su alta ganancia y diseño de rejilla lo hacen ideal para su uso en áreas con terrenos difíciles o dispersión de población baja, donde se requiere una conexión confiable a larga distancia. Además, su compatibilidad con el protocolo Nv2 TDMA permite un rendimiento óptimo incluso en entornos con interferencias y alta congestión de red.

Se envía en un conjunto de 3 unidades (RBLHG5kit): tres antenas convenientemente empaquetadas en una sola caja.

Características	Descripción
Estándar	Cumple con los estándares 802.11a/n de 5 GHz, lo que garantiza compatibilidad con dispositivos y redes inalámbricas que utilizan este estándar.
Rendimiento	Equipado con una antena de rejilla de polarización dual integrada de 24,5 dBi, que proporciona un rendimiento excepcional en enlaces punto a punto y CPE a larga distancia.
Conectividad	Opera en la banda de frecuencia de 5 GHz y admite enlaces punto a punto a distancias más largas, lo que proporciona una conectividad robusta y confiable.
Seguridad	Incorpora medidas de seguridad estándar, como cifrado de datos y autenticación de usuarios, para proteger la integridad de la red inalámbrica.

Gestión	Puede ser administrado a través de la interfaz de usuario basada en web de MikroTik, lo que facilita la configuración y supervisión del dispositivo.
Calidad de Servicio	Compatible con el protocolo Nv2 TDMA, que garantiza un rendimiento óptimo incluso en entornos con alta congestión de red y interferencias
Escalabilidad	Es escalable y puede ser utilizado para crear redes inalámbricas de mayor tamaño y complejidad según las necesidades del usuario.
Precio	\$ 69.00

Tabla 2.13 Características RBLHG-5nD de MikroTik

Elaborado por. Antonio Quinga



Figura 2.13 MODELO RBLHG-5nD

Fuente: [28], [29]

1.12.5 Batería APC

El Smart-UPS SRT5KXLI de APC es un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) diseñado para proporcionar protección energética confiable en entornos críticos. Con una capacidad de 5000VA y 4500W y operando a 230V, este UPS garantiza respaldo de batería durante interrupciones eléctricas y estabiliza el voltaje para prevenir daños en equipos sensibles. Es especialmente adecuado para servidores, redes de datos y voz, laboratorios

médicos y aplicaciones industriales ligeras, ofreciendo una solución robusta y eficiente para mantener la operatividad en estos entornos.

Característica	Descripción
Gestionable	Sí (a través de software de gestión de red) Incluye puertos de comunicación RJ-45, USB y un slot inteligente para tarjetas de red y gestión remota
Seguridad	Protección contra sobretensiones, picos de voltaje y otras irregularidades en el suministro eléctrico
Calidad de Servicio	Proporciona una alimentación eléctrica limpia y estable a los equipos críticos
Estándar	Cumple con las normativas y estándares de calidad de la industria
Propenso a Fallos	Diseñado para ofrecer alta disponibilidad y protección continua incluso en condiciones adversas. Compatible con hasta 10 módulos de batería externa para mayor tiempo de respaldo.
Capacidad	5000VA / 4500W
Voltaje	230 V
Precio	\$ 2,298.64

Tabla 2.14 Características Smart-UPS SRT5KXLI

Elaborado por. Antonio Quinga



Figura 2.14 MODELO Smart-UPS SRT5KXLI

Fuente: [30]

1.12.6 Comparación de características de equipos

Switch comparación de equipos MikroTik y Cisco

Característica	CRS354-48G-4S+2Q+RM (MikroTIK)	Catalyst 9200 (C9200-48T) (Cisco)
Estándar	802.3af/at PoE, IEEE 802.1Q VLAN	802.3af/at PoE, IEEE 802.1Q VLAN
VLANs	Soporta VLANs	Soporta VLANs
Seguridad	Firewalls, ACLs, autenticación 802.1X	Firewalls, ACLs, autenticación 802.1X, Seguridad basada en políticas
Gestión	Interfaz gráfica de usuario, CLI	Interfaz gráfica de usuario, CLI
Escalabilidad	Capacidad de apilar, enlaces de alta velocidad	Apilable, escalabilidad lineal, enlaces de alta velocidad
Calidad de Servicio	Soporte para QoS (Quality of Service)	Soporte para QoS (Quality of Service)
Precio	\$ 599.00	\$1,123.00

Tabla 2.15 Switch comparación de equipos MikroTik y Cisco

Elaborado por. Antonio Quinga

Ya que este proyecto está planificado en una zona rural con un presupuesto limitado se considera que el equipo MikroTik modelo CRS354-48G-4S+2Q+RM es el más adecuado por sus características, funcionamiento y precio.

Router comparación de equipos MikroTik y Cisco

Característica	CCR1036-8G-2S+ (MikroTIK)	ISR4321 (Cisco)
Estándar	IEEE 802.3af/at PoE, IEEE 802.1Q VLAN	802.3af/at PoE, IEEE 802.1Q VLAN
Puertos Gigabit	8 puertos Gigabit Ethernet	2 puertos Gigabit Ethernet, 2 puertos Gigabit/SFP combinados
VLANs	Soporta VLANs (creación y gestión)	Soporta VLANs (creación y gestión)
Seguridad	Firewall, ACLs, autenticación de usuario	Firewall, ACLs, autenticación de usuario, VPN
Gestión	Interfaz gráfica de usuario, CLI	Interfaz gráfica de usuario, CLI
Escalabilidad	Capacidad de procesamiento de alto rendimiento	Escalabilidad mediante licencias y módulos adicionales
Calidad de Servicio	Soporte para QoS (Quality of Service)	Soporte para QoS (Quality of Service)
Precio	\$1,195.00	\$3,209.72

Tabla 2.16 Router comparación de equipos MikroTik y Cisco

Elaborado por. Antonio Quinga

Ambos equipos cuentan con características distintivas, pero considerando que el proyecto está enfocado para una zona rural y el presupuesto es limitado el equipo MikroTik CCR1036-8G-2S+ tiene características y rendimiento importante para un entorno rural teniendo un equipo equilibrado en calidad y precio.

Access Point comparación de equipos MikroTik y Cisco

Característica	hAP ac ² (RB962UiGS-5HacT2HnT) (MikroTIK)	Wireless AC Business Wave2 Gigabit (Cisco)
Estándar	IEEE 802.11a/b/g/n/ac	IEEE 802.11ac Wave2
Puertos Gigabit	5 puertos Gigabit Ethernet, 1 puerto USB	1 puerto Gigabit Ethernet LAN, 1 puerto Gigabit Ethernet WAN
Rendimiento	Hasta 1.167 Gbps (2.4 GHz: 300 Mbps, 5 GHz: 867 Mbps)	Hasta 1.7 Gbps
Conectividad	Banda dual (2.4 GHz y 5 GHz)	Banda dual (2.4 GHz y 5 GHz)
Seguridad	Firewall, filtrado de contenido, control de acceso, VPN	Seguridad inalámbrica avanzada, autenticación de usuarios, cifrado de datos
Gestión	Interfaz gráfica de usuario (GUI), CLI	Interfaz gráfica de usuario (GUI), CLI
Escalabilidad	Capacidad de agregar puntos de acceso adicionales, escalabilidad en redes grandes	No especificado
Calidad de Servicio (QoS)	Soporte para QoS (Quality of Service)	Soporte para QoS (Quality of Service)
Precio	\$129.00	\$279.99

Tabla 2.16 Access Point comparación de equipos MikroTik y Cisco

Elaborado por. Antonio Quinga

El equipo MikroTik hAP ac² es más adecuado para un entorno rural además que su precio es más bajo entre sus características cuenta con múltiples puertos Gigabit y características de seguridad, escalabilidades adicionales al contrario del equipo de cisco.

Antena comparación de equipos MikroTik y Cisco

Características	RBLHG-5nD (MikroTik)	Aironet AIR-ANT2544V4M-R (Cisco)
Frecuencia	5 GHz	2.4 GHz
Estándar	IEEE 802.11n	IEEE 802.11b/g/n
Ganancia	24.5 dBi	13 dBi
Polarización	Horizontal y vertical	Vertical
Tipo de antena	Direccional	Direccional
Conectividad	Conector N	Conector RP-TNC
Seguridad	Compatible con estándares de seguridad Wi-Fi (WEP, WPA, WPA2)	Compatible con estándares de seguridad Wi-Fi (WEP, WPA, WPA2)
Calidad de Servicio (QoS)	Admite QoS para priorización de tráfico de red	Admite QoS para priorización de tráfico de red
Escalabilidad	deal para sistemas escalables de redes inalámbricas	Compatible con sistemas escalables de redes inalámbricas Cisco Aironet
Multipunto	Si	Si
Distancia de cobertura	Hasta varios kilómetros, dependiendo de las condiciones del entorno y la configuración de la red (15Km fijos)	Hasta varios kilómetros, dependiendo de las condiciones del entorno y la configuración de la red (15Km aproximados)
Precio	\$ 69.00	\$ 295.00

Tabla 2.17 Antena comparación de equipos MikroTik y Cisco

Elaborado por. Antonio Quinga

Ambas antenas tienen características parecidas por lo cual probable que proporciones resultados comparables. Dado que este proyecto tiene un presupuesto limitado y considerando que las dos antenas son similares en términos de rendimiento la antena de MikroTik es la más conveniente de usar.

Amperaje y voltaje de funcionamiento de equipos

Formula amperaje

$$Amperaje = \frac{Potencia}{Voltaje}$$

Switch Mikrotik (CRS354-48G-4S+2Q+RM)

Consumo máximo de energía = 60W

Voltaje AC = 100 hasta 240V

$$Amperaje = \frac{60W}{100V}$$

Amperaje = 0,6 amperios

Router8 Mikrotik (CCR1036-8G-2S+)

Fuente de alimentación =73W

Voltaje AC = 100 hasta 240V

$$Amperaje = \frac{73W}{100V}$$

Amperaje = 0,73 amperios

CPU HP Pavilion Desktop TP01-2066

Fuente de alimentación =310W

Voltaje AC = 100 hasta 240V

$$Amperaje = \frac{73W}{100V}$$

Amperaje = 3,1 amperios

Amperaje y Voltaje para alimentación de los equipos

Equipo	Amperaje	Voltaje	Potencia
Switch Mikrotik (CRS354-48G-4S+2Q+RM)	0,6A	100 hasta 240 V	60W
Router Mikrotik (CCR1036-8G-2S+)	0,73A	100 hasta 240 V	73W
CPU HP Pavilion Desktop TP01-2066	3,1A	100 hasta 240 V	310W
Total	4,43		443

Tabla 2.18 Amperaje y Voltaje para alimentación de los equipos

Elaborado por. Antonio Quinga

Calculo rendimiento de la batería

# BATERIAS EN LA UPS (B)	4	BxVxAhxEf	VA	HORAS RESPALDO
VOLTAJE DE LAS BATERIAS (V)	24	866,4	1500	34,656
AMPERIO HORA DE LAS BATERIAS (A-h)	10	$\text{HORAS DE RESPALDO} = \left(\frac{B \times V \times A \times h \times E_f}{VA} \right) \times 60$		
EFICIENCIA DEL UPS (Ef)	0,95			
VOLTIO AMPERIO DEL UPS (VA)	4500	POTENCIA PERMITIBLE POR LA FUENTE (W) 2700		
TIEMPO (min)	60			
FACTOR DE POTENCIA	0,6			
VA	4500			

Tabla 2.19 Calculo rendimiento de la batería

Elaborado por. Antonio Quinga

Todos los datos utilizados para el cálculo fueron extraídos del datasheet de los equipos y de la batería seleccionada. Como resultado, obtenemos que la batería Smart-UPS SRT5KXLI

proporciona una potencia total de 2700 W y un respaldo de aproximadamente 34.656, lo cual puede interpretarse como 35 minutos. Esto es suficiente para ofrecer un respaldo de energía a los equipos principales.

1.12.7 Diseño de Rack de Comunicación

Diseño unidades de rack

Equipos	Unidades de rack
Switch Mikrotik CRS354-48G-4S+2Q+RM	1U
Patch panel	1U
Bandeja de cables	2U
ODF	1U
Patch panel	1U
Bandeja de cables	2U
Router Mikrotik CCR1036-8G-2S+	1U
Patch panel	1U
Bandeja de cables	2U
PDU	1U
Sistema (UPS)	2U Total = 15 U

Tabla 2.20 Diseño unidades de rack

Elaborado por. Antonio Quinga

Se realizó el cálculo para poder determinar las unidades de rack que necesitaría cada equipo, obteniendo un total de 15 unidades de rack en total de todos los equipos. Para ello, se realizó una previa investigación de las unidades de rack comerciales que existen en el mercado. Podemos encontrar: 1U, 2U, 4U, 6U, 9U, 12U, 15U, 18U, 24U, 27U, 36U, 42U, 45U, 48U. Centrando nuestro análisis para la elección del rack en los de (15U, 18U, 24U), seleccionado el rack de 24U, ya que el cálculo final de nuestro dice son 15U, para lo cual el rack de 15 unidades quedaría con el espacio justo sin la posibilidad de escalabilidad. El rack de 18U

nos brinda más espacio, pero considerando que los equipos ocupan desde 1U de rack hasta 3U de rack, quedaría un condicionante para poder realizar escalabilidad. Por lo tanto, el rack de 24U es el más indicado, ya que nos deja 9U de rack disponibles para una futura escalabilidad, independiente del equipo que se use. Para la selección de la marca comercial para el rack, se han tomado en cuenta las siguientes marcas (APC, BEUCOP, CONNECTION). Para ello, a través de una tabla de decisión, se seleccionará la mejor.

Comparación de marcas de rack

Característica	Easy Rack de APC ER6482	Rack de Beucop MRC-1206080/M-N	Rack de ConnecTion MC096045501
Número de Modelo	ER6482	MRC-1206080/M-N	MC096045501
Número de U de Rack	24U	24U	24U
Dimensiones de altura máxima	119.8 cm	106.68 cm	110.50 cm
Profundidad máxima del dispositivo	64.14 cm	32.5 cm	82.55 cm
Profundidad mínima de instalación	19.05 cm	7.62 cm	7.62 cm
Peso del producto	68.4 kg	55.79 kg	60 kg
Precio	\$1.414	\$ 133.99	\$219.95

Tabla 2.21 Comparación de marcas de rack

Elaborado por. Antonio Quinga

Después de comparar los racks de APC, Beucop y Connection, se determina que el rack Beucop MRC-1206080/M-N es la opción más recomendable. Este modelo ofrece especificaciones técnicas adecuadas para una variedad de aplicaciones, incluyendo una capacidad de 24U, dimensiones óptimas y un peso razonable. Además, su precio de \$133,99 es considerablemente más bajo que el de APC y Connection, ofreciendo así una excelente

relación calidad-precio. Por estas razones, el rack de Beaucop es la mejor opción, proporcionando tanto calidad como asequibilidad para instalaciones de distintos tamaños

24 U	
1U	Switch Mikrotik CRS354-48G-4S+2Q+RM
1U	Patch panel
2U	Bandeja de cables
1U	ODF
1U	Patch panel
2U	Bandeja de cables
1U	Router Mikrotik CCR1036-8G-2S+
2U	Patch panel
2U	Bandeja de cables
2U	PDU
1U	Sistema (UPS)
2U	

Tabla 2.22 Distribución de equipos en rack

Elaborado por. Antonio Quinga

1.13 Marco legal

1.13.1 Ley Orgánica de Telecomunicaciones (Telecomunicaciones, 2016)

•Título 5

Capítulo 1: Autorizaciones para ofrecer servicios de telecomunicaciones

En el numeral 35.- Productos de telecomunicaciones

Todos los productos de telecomunicaciones están considerados como servicios públicos según lo establecido en la Constitución. Los proveedores de estos servicios tienen

autorización para instalar la infraestructura y las redes necesarias para ofrecer sus servicios a los usuarios. Estas redes deben operarse siguiendo los principios de disciplina, afinidad e imparcialidad tecnológica. [31]

En el numeral 36.- Arquetipos de productos

Los servicios de telecomunicaciones se describen como aquellos que se fundamentan en infraestructuras de comunicación para facilitar la transmisión y recepción de una variedad de datos, como signos, señales, texto, video, imágenes, sonido o información en general. Su objetivo principal es atender las demandas de comunicación de los suscriptores, clientes o usuarios. [31]

En el numeral 37.- Títulos habilitantes

La entidad encargada de regular y supervisar las telecomunicaciones tendrá la capacidad de emitir los siguientes tipos de autorizaciones:

3.- Los servicios que deben registrarse para su prestación abarcan diferentes categorías, como servicios portadores, operadores de cable submarino, radioaficionados, servicios de valor añadido, radiocomunicaciones, redes y actividades de uso privado, así como la reventa de servicios, entre otros.

Los servicios que requieren ser registrados, especialmente aquellos que implican el uso de frecuencias, deben seguir el procedimiento de solicitud y obtención de la concesión o autorización correspondiente, conforme a las regulaciones vigentes aplicables. [31]

En el numeral 41.- Inscripción de productos

La concesión del registro se realizará a través de una decisión administrativa respaldada adecuadamente, emitida por el director ejecutivo conforme al procedimiento y requisitos establecidos en el procedimiento aprobado por la agencia de regulación e Inspección de las Telecomunicaciones para la emisión de títulos habilitantes. Junto con los detalles esenciales del servicio, el registro contendrá una declaración del proveedor en la cual se comprometa a cumplir con la legislación vigente y las regulaciones aplicables.

En todo momento, el trámite de registro debe finalizarse dentro de un período máximo de veinte días hábiles desde la presentación de la solicitud, siempre y cuando se satisfagan todos los requisitos necesarios para ello. [31]

En el numeral 39.1.- Disminución de la disparidad digital

El estado, a través del organismo rector en Telecomunicaciones, promoverá proyectos para cerrar la brecha digital y mejorar la conectividad en áreas rurales y marginadas. Los proveedores de servicios de telecomunicaciones podrán contribuir hasta el 50% de las tarifas por el uso del espectro radioeléctrico, además de destinar un 1% de sus ingresos para implementar proyectos prioritarios de conectividad. Estos proyectos serán evaluados por el organismo rector y requerirán un dictamen favorable en términos de sostenibilidad fiscal. [31]

CAPÍTULO 3

1.14 Diseño de la red a implementarse

En este segmento, se presenta el reciente plan de la red de comunicaciones para el área del barrio San Fernando. Esto incluye la asignación de direcciones privadas y especificaciones sobre el rango de frecuencias que se implementarán. Estos detalles son fundamentales para llevar a cabo simulaciones y evaluar los resultados. El propósito principal es mitigar la disparidad digital en esa región, ya que la mayoría de los habitantes de la zona rural poseen dispositivos como teléfonos celulares y Tablet, lo que contribuye a cerrar la brecha digital presente en el área.

1.14.1 Proveedor de internet corporativo

Para escoger el proveedor adecuado para una Wireless ISP en una zona rural se debe tener en cuenta factores como: cobertura y alcance del servicio, velocidad, ancho de banda. Es necesario asegurarse de que el proveedor tenga cobertura en la zona rural específica donde se requiere el servicio de internet. La capacidad de proporcionar velocidades de conexión suficientes para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Starlink

es un proveedor de Internet que emplea una red de satélites en órbita terrestre baja para ofrecer servicios de conexión a Internet. Esta constelación de satélites en órbita baja permite una cobertura global y una menor latencia en comparación con los satélites en órbita geosincrónica. Esta tecnología lo convierte en una opción ideal para proveer Internet en áreas rurales, donde la infraestructura terrestre puede ser limitada o inexistente. La capacidad de Starlink para proporcionar acceso a Internet de alta velocidad en estas zonas remotas lo hace especialmente valioso para comunidades rurales que de otro modo tendrían dificultades para acceder a servicios de Internet confiables. [32]

Plan empresarial

Características	Prioridad
Descarga	40-220+ Mbps
Subida	8-25+ Mbps
Latencia	25-60 ms
Prioridad de red	1:1
Soporte de prioridad	Sí
IP pública	Sí
Datos estándar	Ilimitados
Prioridad	1 TB
Precio	\$155/mes

Tabla 3.1 características plan de internet

Elaborado por. Antonio Quinga

Comparación con otros proveedores de internet

Aspecto	Starlink Prioridad	Netlife GE INFINITY
Cobertura	Amplia cobertura en zonas remotas y rurales.	Limitada a áreas donde hay infraestructura de fibra óptica.
Velocidad de bajada	40-220+ Mbps	Hasta 1.2 Gbps
Velocidad de subida	8-25+ Mbps	Hasta 1.2 Gbps
Tecnología de red	Satélite	Red XGPON
Asistencia Tecnológica	Soporte de prioridad	Asistencia tecnológica especializada 24/7
Equipos	Antena parabólica y router Starlink	Equipo WIFI 6 dual band
Servicios adicionales	IP pública, datos estándar ilimitados, prioridad de red 1 TB	Página web con tu dominio.com + 5 cuentas de correo, tienda en línea
Compartición	Prioridad de red 1:1	Prioridad 2:1
Precio	\$155/mes	\$132.25/mes

Tabla 3.2 Comparación con otros proveedores de internet

Elaborado por. Antonio Quinga

En contextos de infraestructura limitada en zonas rurales, Starlink sobresale como la solución ideal. Su red satelital de órbita terrestre baja garantiza una cobertura extensa donde la infraestructura terrestre es insuficiente. Además, su prioridad de red 1:1 asegura un servicio confiable y consistente, mientras que su generoso límite de datos de 1 TB proporciona flexibilidad para diversas necesidades. A pesar de su tecnología avanzada, Starlink ofrece precios competitivos, lo que lo convierte en la opción más completa y asequible para comunidades rurales en busca de conectividad confiable y asequible.

1.15 Torre telescópica

Modelo torre central office y puntos públicos

La torre telescópica SuperTitan Weld es una estructura especialmente diseñada para facilitar la instalación de antenas para proveedores de servicios de Internet (ISP). Su capacidad de ajuste en altura permite elevar la antena a la posición óptima para establecer una línea de visión clara y directa entre la antena y la estación base del ISP. Con su resistente construcción y facilidad de montaje, esta torre proporciona una plataforma confiable y segura para garantizar una conexión estable y de alta calidad, fundamental para la prestación de servicios de Internet en áreas remotas o con terrenos difíciles. [33]

Características	Descripción
Altura	Variable, Max 45.72 metros, Min 3.48 metros
Material	Acero galvanizado
Capacidad de carga	Capacidad para soportar el peso de antenas y equipos adicionales necesarios para el ISP.
Tipo de montaje	Auto-soportado
Diseño	Telescópico ajustable
Resistencia a la intemperie	Diseñado para soportar condiciones climáticas adversas
Instalación	Relativamente sencilla y rápida
Uso típico	Telecomunicaciones, transmisión de radio, vigilancia, etc.
Precio	\$500

Tabla 3.3 torre telescópica SuperTitan Weld

Elaborado por. Antonio Quinga



Figura 3.1 TORRE TELESCÓPICA SUPERTITAN WELD

Fuente: [33]

Cabe destacar que en la Ley Orgánica de Telecomunicaciones no existe un marco legal que regule la altura de las torres. Esta responsabilidad recae en los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), quienes deben aplicar las normativas correspondientes. En el caso del cantón Rumiñahui, no existe una normativa específica, por lo que se utilizan las siguientes recomendaciones como guía: Se recomienda que las torres no superen los 42 a 60 metros en zonas de sierra (con montañas). En cambio, en zonas costeras o en el oriente, se pueden utilizar torres más altas, de hasta 100 metros, debido a las necesidades de línea de vista o a la presencia de zonas boscosas.

1.15.1 Topología lógica

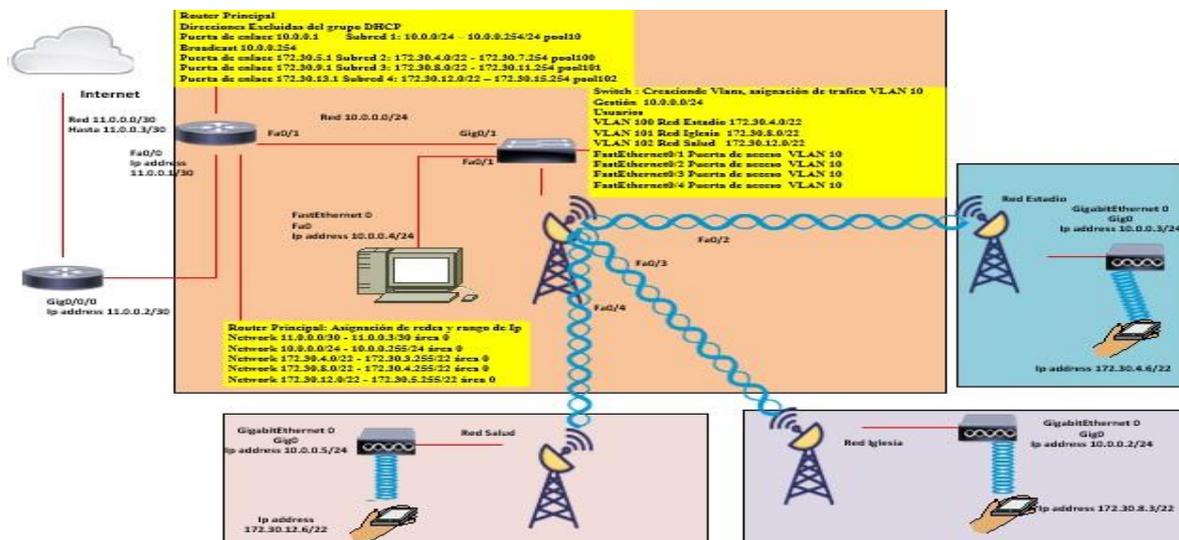


Figura 3.2 TOPOLOGÍA LOGICA

Elaborado por: Antonio Quinga

1.15.2 Topología física

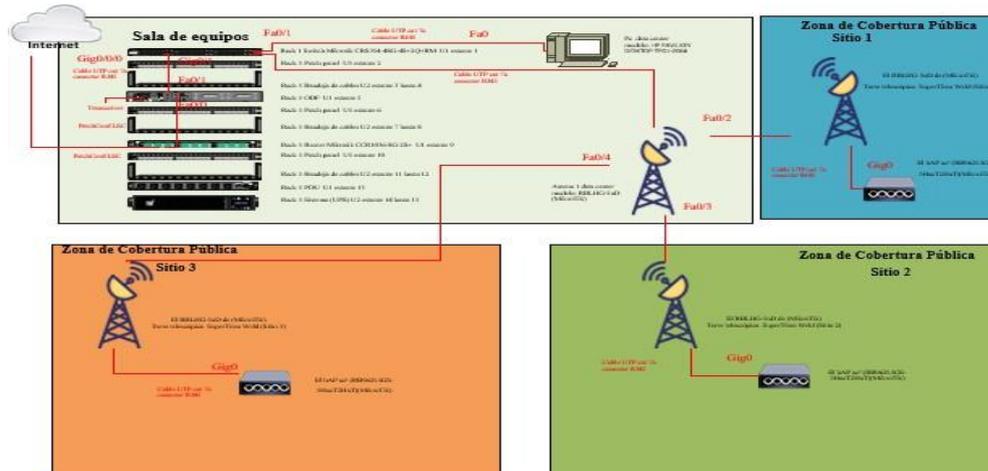


Figura 3.3 TOPOLOGÍA FÍSICA

Elaborado por. Antonio Quinga

1.16 DIRECCIONAMIENTO IP PRIVADO DE LA RED

Informe anual Internet Cisco (2018 – 2023)

Métrica usuarios con acceso a internet en América Latina	Métrica dispositivos y conexiones en América Latina	Métrica número de dispositivos por persona en Latino América
De 387 millones a 470 millones	De 1.400 millones a 2.100 millones	3.1 dispositivos por usuario

Tabla 3.4 Informe anual cisco

Elaborado por. Antonio Quinga

1.16.1 Análisis de los Datos

Crecimiento absoluto = (Valor Final – Valor Inicial)

Crecimiento porcentual: $\frac{\text{Valor absoluto}}{\text{Valor inicial}} \times 100$

- **Crecimiento de Usuarios con Acceso a internet**

De 387 millones a 470 millones (2018 – 2023)

Crecimiento absoluto: $470 - 387 = 83$ millones

Crecimiento porcentual: $\left(\frac{83}{387}\right) \times 100 = 21,45\%$

- **Crecimiento de Dispositivos y Conexiones**

De 1.400 millones a 2.100 millones (2018 – 2023)

Crecimiento absoluto: $2.100 - 1.400 = 700$ millones

Crecimiento porcentual: $\left(\frac{2.100}{1.400}\right) \times 100 = 50\%$

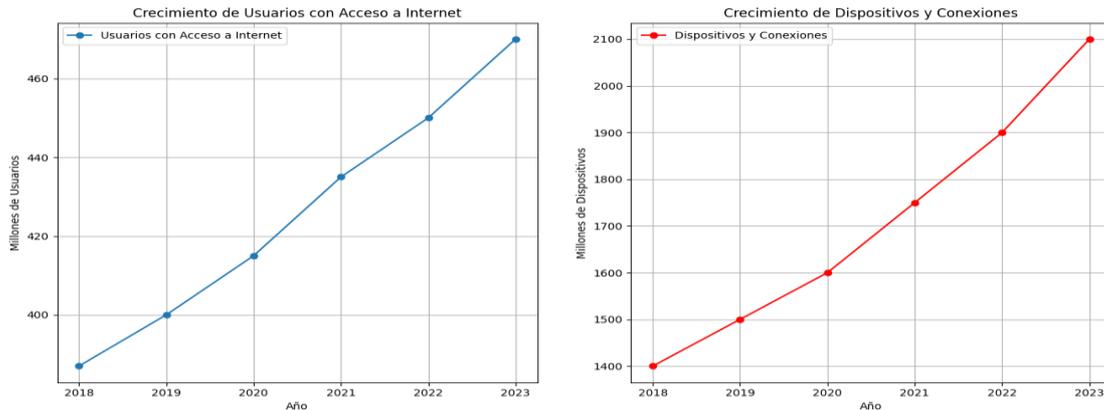


Figura 3.4 Análisis de datos métricas

Elaborado por. Antonio Quinga

El Informe Anual de Internet de Cisco (2018-2023) muestra un notable crecimiento en la adopción de Internet en América Latina, con un aumento de 83 millones de usuarios y un 50% más de dispositivos y conexiones. Dado este crecimiento y la tendencia hacia una mayor conectividad, es crucial planificar adecuadamente la red. Al considerar el Subneteo para 1024 usuarios, es importante elegir un rango de direcciones IP grande, como un prefijo /20. Esto garantiza que cada red pueda soportar 1024 usuarios y permite escalabilidad futura, atendiendo al crecimiento poblacional y al aumento de dispositivos por persona.

1.16.2 Direccionamiento

Para el direccionamiento de este proyecto se utilizará el bloque de direcciones de clase B con una máscara de subred/20, la cual se utiliza comúnmente en redes donde se necesita un número moderado pero significativo de host. Permitiendo la conexión de más de 1024 dispositivos finales por subred. Se ha propuesto la utilización del bloque de direcciones de red 172.30.0.0 con una máscara de subred de 255.255.240.0

La máscara de subred/22 ofrece un rango de 1024 dirección disponibles:

Bloque de direcciones de red	172.30.0.0
Mascara de subred	255.255.240.0/20

ID	Dirección de subred	Rango de direcciones host	Broadcast	Máscara subred	Gateway
1	172.30.4.0	172.30.4.1 – 172.30.7.254	172.30.7.255	255.255.252.0	172.30.5.1
2	172.30.8.0	172.30.8.1 – 172.30.11.254	172.30.11.255	255.255.252.0	172.30.9.1
3	172.30.12.0	172.30.12.1 – 172.30.15.254	172.30.15.255	255.255.252.0	172.30.13.1

Tabla 3.5 Direccionamiento clase B

Elaborado por. Antonio Quinga

Este rango incluye direcciones desde 172.30.0.1 hasta 172.30.15.254, con la dirección de red 172.30.0.0 y la dirección de broadcast 172.30.15.255

Sub Red	Clase B	Rango de Ip	Sub Red	Clase B	Rango de Ip	Sub Red	Clase B	Rango de Ip
172.30.4.0	/22	172.30.4.1- 172.30.7.254	172.30.8.0	/22	172.30.8.1- 172.30.11.255	172.30.12.0	/22	172.30.12.1- 172.30.15.255
Direccionamiento			Direccionamiento			Direccionamiento		
IP	Mascara	Broadcast	IP	Mascara	Broadcast	IP	Mascara	Broadcast
172.30.4.1	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.1	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.1	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.2	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.2	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.2	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.3	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.3	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.3	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.4	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.4	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.4	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.5	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.5	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.5	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.6	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.6	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.6	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.7	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.7	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.7	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.8	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.8	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.8	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.9	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.9	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.9	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.10	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.10	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.10	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.11	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.11	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.11	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.12	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.12	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.12	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.13	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.13	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.13	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.14	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.14	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.14	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.15	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.15	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.15	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.16	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.16	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.16	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.17	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.17	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.17	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.18	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.18	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.18	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.19	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.19	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.19	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.20	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.20	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.20	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.21	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.21	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.21	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.22	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.22	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.22	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.23	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.23	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.23	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.24	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.24	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.24	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.25	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.25	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.25	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.26	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.26	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.26	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.27	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.27	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.27	255.255.252	172.30.15.255
172.30.4.28	255.255.252.0	172.30.7.255	172.30.8.28	255.255.252	172.30.11.255	172.30.12.28	255.255.252	172.30.15.255

Tabla 3.6 VLSM

Elaborado por. Antonio Quinga

CAPÍTULO 4

1.17 SIMULACIÓN

Los análisis de los resultados se llevarán a cabo mediante programas de simulación con el objetivo de alcanzar una fiabilidad del 99.99% en los enlaces punto a punto. La precisión de las configuraciones implementadas se verificará minuciosamente utilizando software de simulación como Packet Tracer para evaluar la nueva red. Es importante destacar que la redacción de esta simulación y la configuración de los equipos para evaluar la red se basan en la simulación realizada en Packet Tracer. Por esta razón, en caso de implementarse en un entorno real, la configuración deberá realizarse utilizando equipos Mikrotik. Además, se

empleará Radio Mobile para verificar la efectividad de los enlaces punto a punto que se ofrecerán en la zona rural del Barrio San Fernando.

1.17.1 Resultados packet tracer

La versión más reciente, 8.1.1 de Packet Tracer, se empleó para llevar a cabo las simulaciones correspondientes. El propósito fue verificar el rendimiento de la red en relación al intercambio de información, según se ilustra en la representación mostrada. En la cual se puede ver que se cumple con la infraestructura para un ISP la cual se compone de: red de acceso, Red de concentración, Red troncal, Red de gestión.

1.17.2 Topología usada

Para la simulación se utiliza una la topología de árbol extendido:

Esta topología de árbol permite una estructura jerárquica, centralizando el control en el nodo raíz (el router) y distribuyendo la conectividad a los nodos hoja (los access points) a través de los nodos intermedios (switch y antenas). Esta configuración es eficiente para extender la cobertura de red a múltiples ubicaciones remotas.

Nodo raíz: El nodo principal de la red es el router, que recibe la conexión a internet desde el proveedor.

Conexiones descendentes:

- El router se conecta a un switch.
- El switch se conecta a una computadora para la gestión y a una antena principal.

Distribución de la señal

- La antena principal transmite la señal inalámbricamente a tres nodos secundarios (antenas receptoras)
- Cada antena receptora está instalada en una torre en diferentes ubicaciones remotas.

Nodos hojas

- Cada antena receptora en las torres baja la señal hacia un access point.

- Los access points distribuyen la señal a los dispositivos locales en cada punto de servicio

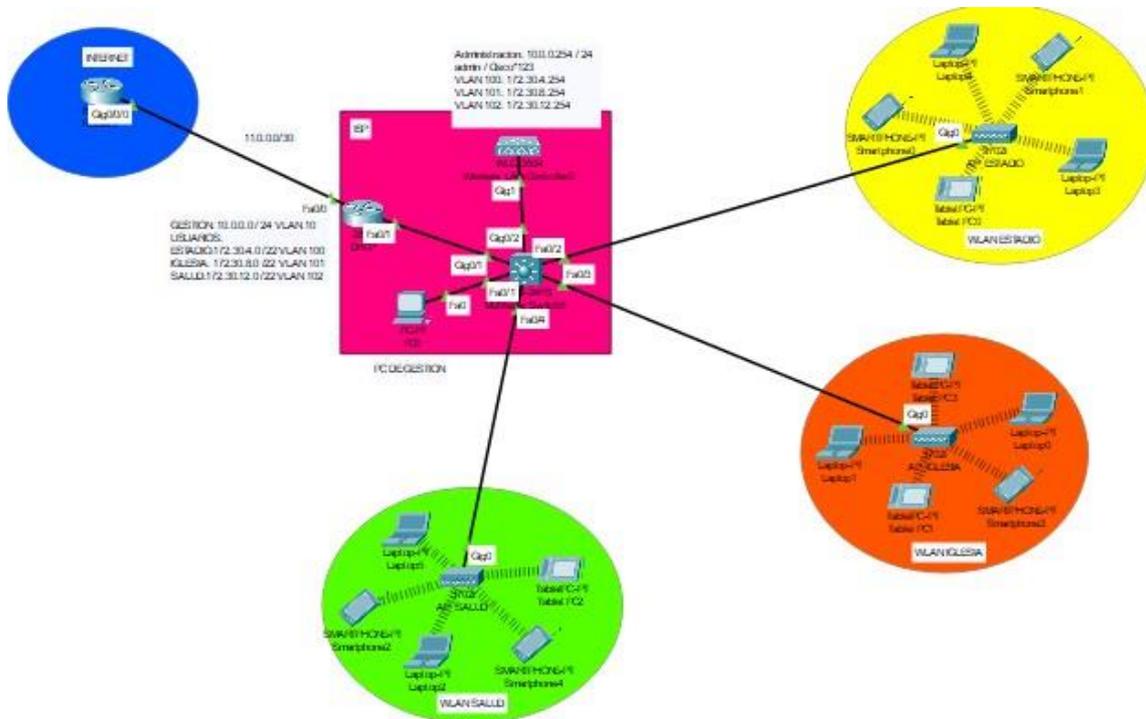


Figura 4.1 Topología en Packet Tracer de la nueva red a ofrecer en el barrio San Fernando

Elaborado por. Antonio Quinga

Empezamos definiendo las diferentes redes que vamos a tener dentro de la simulación:

- Red de acceso las cuales serán los puntos Wifi
- Red de concentración será la ISP o centra office.
- Red de troncal o de enrutamiento será desde le internet que entrega el proveedor hasta nuestro router administrable.

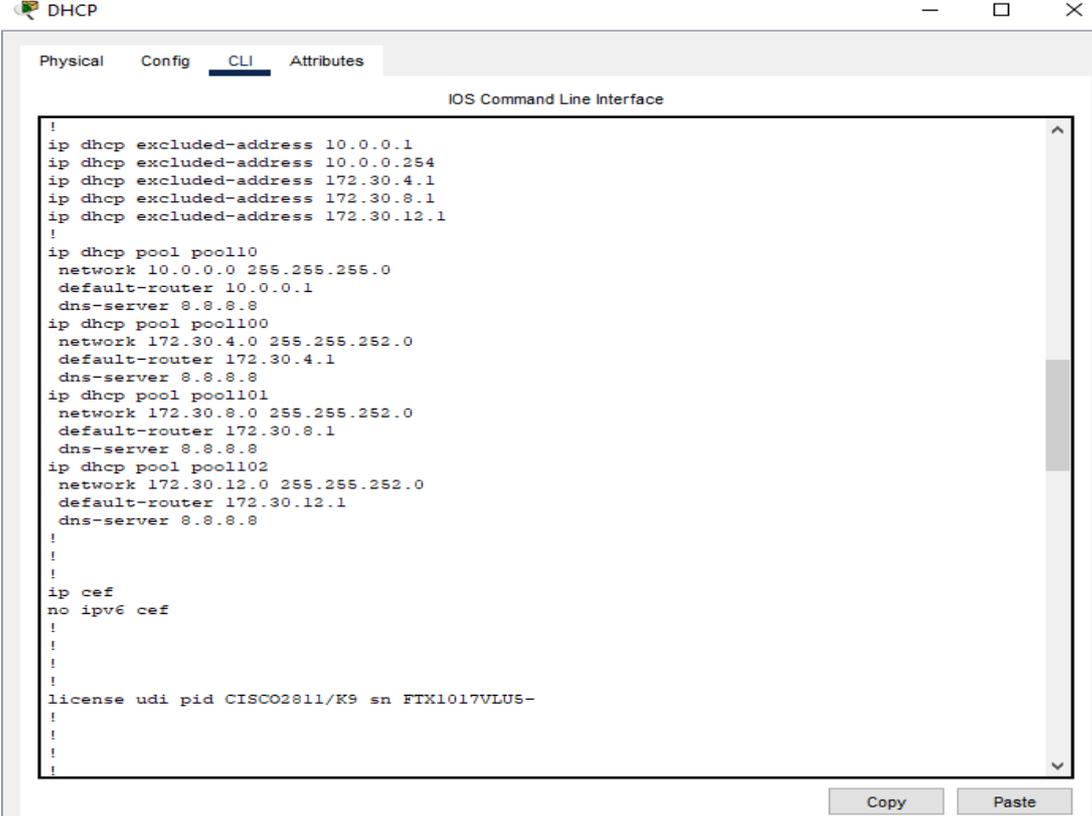
1.18 Simulación Cisco Packet Tracer

Utilizando la topología de árbol a través del router cisco que es el router de frontera empezó configurando la red externa que va desde el proveedor starlik hatsa el isp y será la red 11.0.0.0/30 y red interna que gestionará los equipos y a los usuarios será la red 10.0.0.0/24 y también las direcciones IP que serán excluidas del rango de direcciones disponibles para

asignación automática por el servidor DHCP. Excluir direcciones IP es útil para reservarlas para dispositivos específicos como en esta simulación son el router, el switch y el controlador dentro de la red que requieren direcciones IP estáticas.

1.18.1 Configuración de Pool

Se empieza con la configuración de pool el cual es un conjunto de direcciones IP que un servidor DHCP puede asignar dinámicamente a los dispositivos en una red. Por lo que se crea un (pool10) de gestión o administración y se crea tres sub redes para los espacios públicos con el nombre: (pool100, pool101, pool102) en la cual en cada pool se define el rango de direcciones IP que el servidor DHCP puede asignar dentro de la sub red. La ip del router predeterminado para los clientes DHCP dependiendo de la sub red y por último la dirección IP del servidor DNS que los clientes DHCP utilizarán.



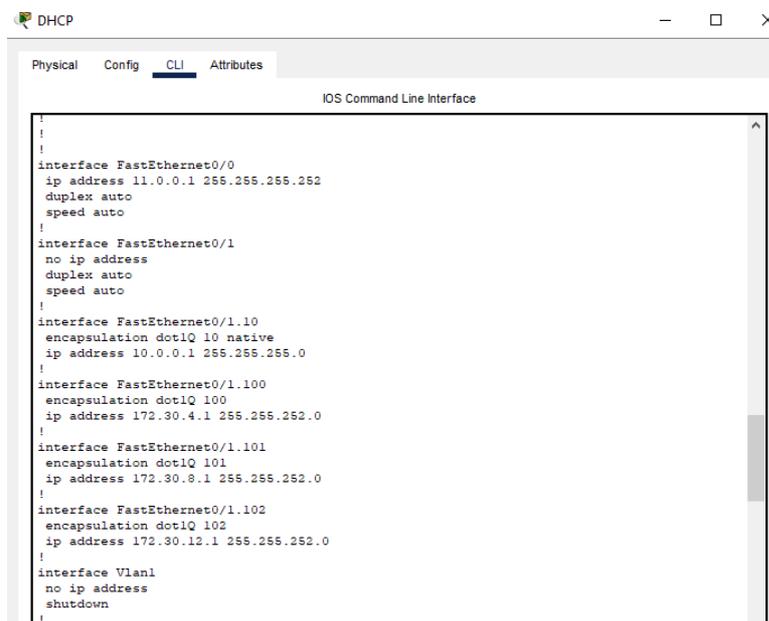
```
!
ip dhcp excluded-address 10.0.0.1
ip dhcp excluded-address 10.0.0.254
ip dhcp excluded-address 172.30.4.1
ip dhcp excluded-address 172.30.8.1
ip dhcp excluded-address 172.30.12.1
!
ip dhcp pool pool10
network 10.0.0.0 255.255.255.0
default-router 10.0.0.1
dns-server 8.8.8.8
ip dhcp pool pool100
network 172.30.4.0 255.255.252.0
default-router 172.30.4.1
dns-server 8.8.8.8
ip dhcp pool pool101
network 172.30.8.0 255.255.252.0
default-router 172.30.8.1
dns-server 8.8.8.8
ip dhcp pool pool102
network 172.30.12.0 255.255.252.0
default-router 172.30.12.1
dns-server 8.8.8.8
!
!
!
ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
license udi pid CISCO2811/K9 sn FTX1017VLU5-
!
!
!
```

Figura 4.2 Creación de Pool

Elaborado por. Antonio Quinga

1.18.2 Configuración interfaces Router

Para la Configuración de interfaces FastEthernet se selecciona la interfaz (FastEthernet0/0) se configura para que entre el router local y el router de internet exista comunicación. Se empieza la configurar de la interfaz (FastEthernet0/1.10) la cual será la encargada de dar gestión y es el único puerto que esta encapsulado como nativa para que administre el tráfico a nivel de gestión. Para el tráfico a nivel de clientes se utiliza la (FastEthernet0/1.100, FastEthernet0/1.101, FastEthernet0/1.102) este tipo de configuración es común en redes donde se requiere segmentar el tráfico de diferentes VLANs para mejorar la seguridad, la gestión y la eficiencia de red.



```
!
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 11.0.0.1 255.255.255.252
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1.10
 encapsulation dot1Q 10 native
 ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
!
interface FastEthernet0/1.100
 encapsulation dot1Q 100
 ip address 172.30.4.1 255.255.252.0
!
interface FastEthernet0/1.101
 encapsulation dot1Q 101
 ip address 172.30.8.1 255.255.252.0
!
interface FastEthernet0/1.102
 encapsulation dot1Q 102
 ip address 172.30.12.1 255.255.252.0
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
```

Figura 4.3 Creación de interfaces

Elaborado por. Antonio Quinga

1.18.3 Configuración de protocolo OSPF

Para poder llegar al internet se utiliza mediante mapeo el protocolo OSPF el cual realiza el proceso de enrutamiento encontrando la mejor ruta para los paquetes de datos a través de una red IP. Todo el enrutamiento se encuentra en el área 0 y mediante las direcciones wildcard.

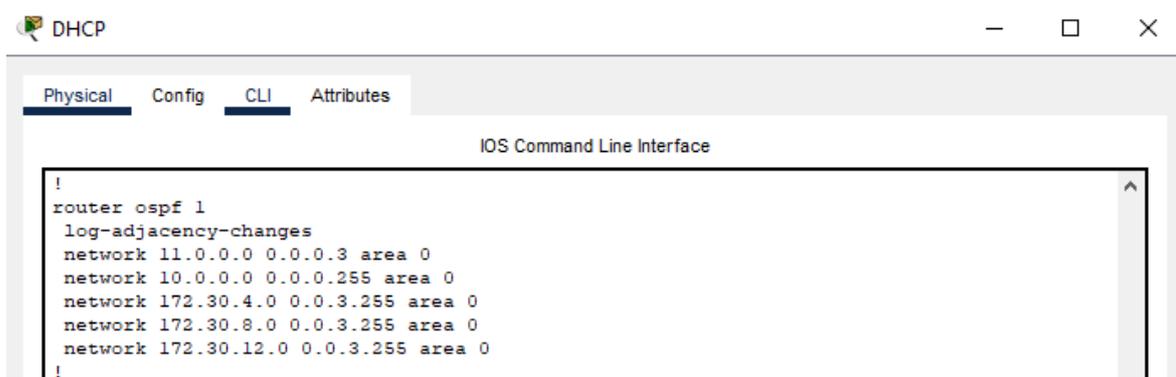


Figura 4.4 Configuración de protocolo OSPF

Elaborado por. Antonio Quinga

1.18.4 Configuración de interfaces Switch

El Switch que se está utilizando es de capa tres por lo que permite ser configurable. Se empieza configurando el (FastEthernet0/1) el cual permite la conexión desde el switch hasta la computadora y se configura como puerto de acceso en modo access para de esta manera poder tener el acceso al controlador. En la (FastEthernet0/2) se utiliza el modo troncal y nativa con esto se consigue que el tráfico este encriptado y el modo troncal para que los paquetes lleguen a los clientes y que no sea negociable para que el control total sea desde el router. Esta misma configuración se utiliza para el (FastEthernet0/3 y FastEthernet0/4).

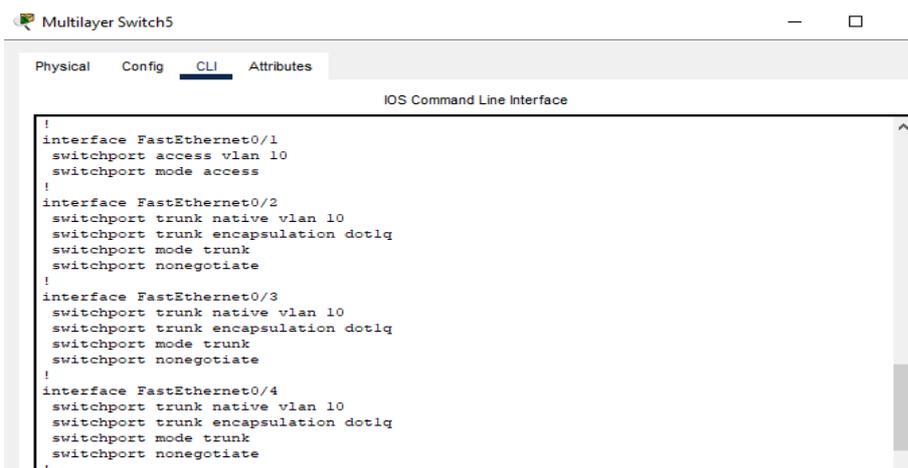


Figura 4.5 Configuración de interfaces switch

Elaborado por. Antonio Quinga

1.18.5 Tabla de VLANs

La configuración de VLANs en el switch es esencial para segmentar la red, mejorar la seguridad y optimizar el tráfico. Se crea la VLAN10 de gestión y se crean las (VLAN 100, VLAN 101, VLAN 102).

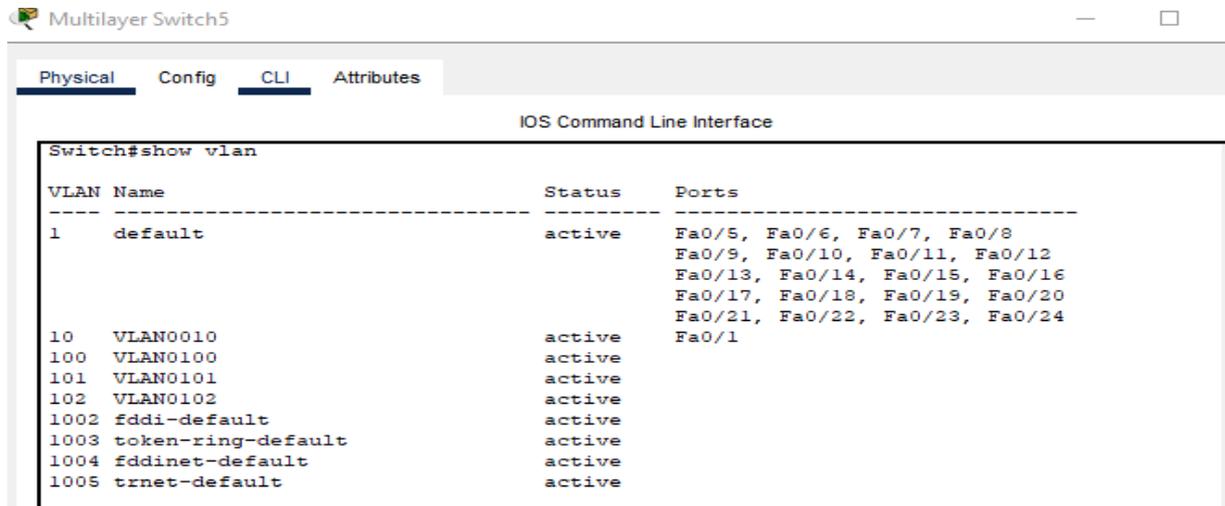


Figura 4.6 Tabla de VLANS

Elaborado por. Antonio Quinga

1.18.6 Configuración controladora

Para poder ingresar al controlador se utiliza la computadora a través del navegador ingresamos mediante sitio seguro usando (<https://10.0.0.254>) y se utiliza el usuario admin y la contraseña Cisco*123 para poder ingresar a la configuración del controlador.

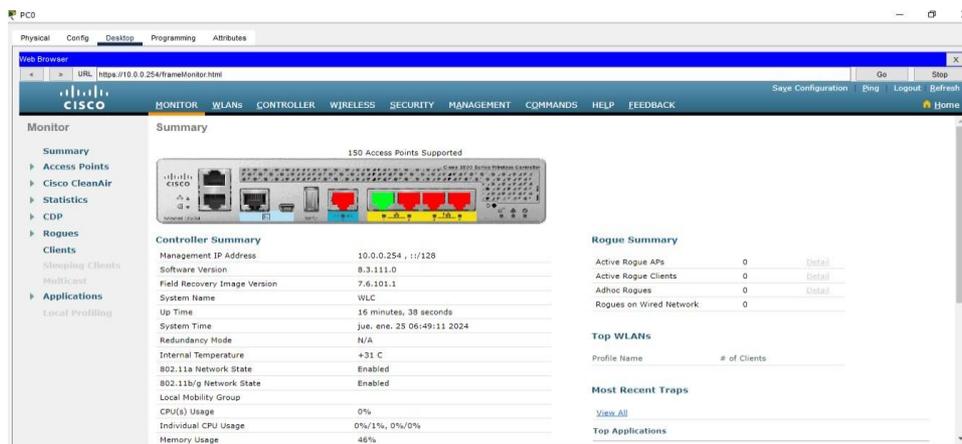


Figura 4.7 Configuración controlador

Elaborado por. Antonio Quinga

1.19 Resultados Cisco Packet Tracer

Para demostrar los resultados se ingresa a los access point los cuales siempre tendrán la dirección ip de donde van a ser gestionados, por ejemplo: access point 1 wlan estadio (10.0.0.4), access point 2 wlan iglesia (10.0.0.3), access point 3 wlan salud (10.0.0.2). Pero para los usuarios finales se entregará una dirección dependiendo del rango de direcciones para ese sitio: red estadio (172.30.4.4), red iglesia (172.30.8.6), red salud (172.30.12.9). Cada uno de los sitios tiene su propio rango de red garantizando hasta 1024 direcciones disponibles por sitio. Cada una de las redes tiene su propio nombre y contraseña para conectarse: red ESTADIO - contraseña 12345678, red IGLESIA - contraseña 87654321, red SALUD – contraseña 01234567.

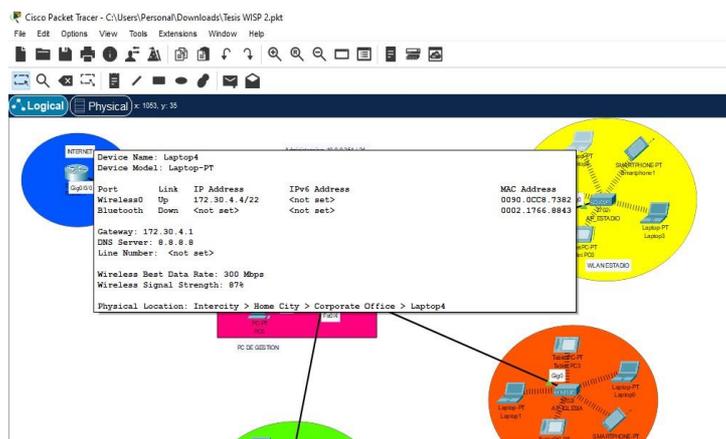


Figura 4.8 Rango usuario final

Elaborado por. Antonio Quinga

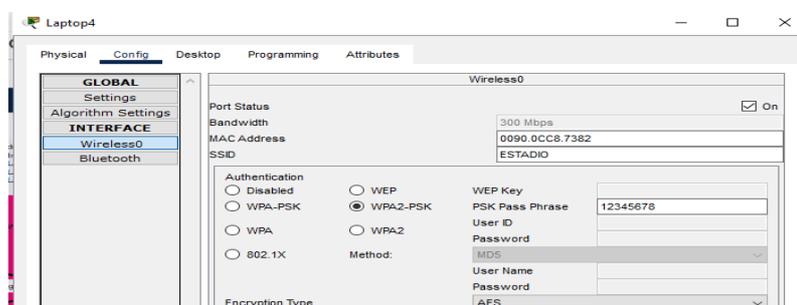


Figura 4.9 Nombre de red y contraseña

Elaborado por. Antonio Quinga

A través del envío de paquetes desde el router de inter hasta los usuarios finales podemos ver el mensaje de successful en los tres sitios comprobando que existe conectividad en toda la red.

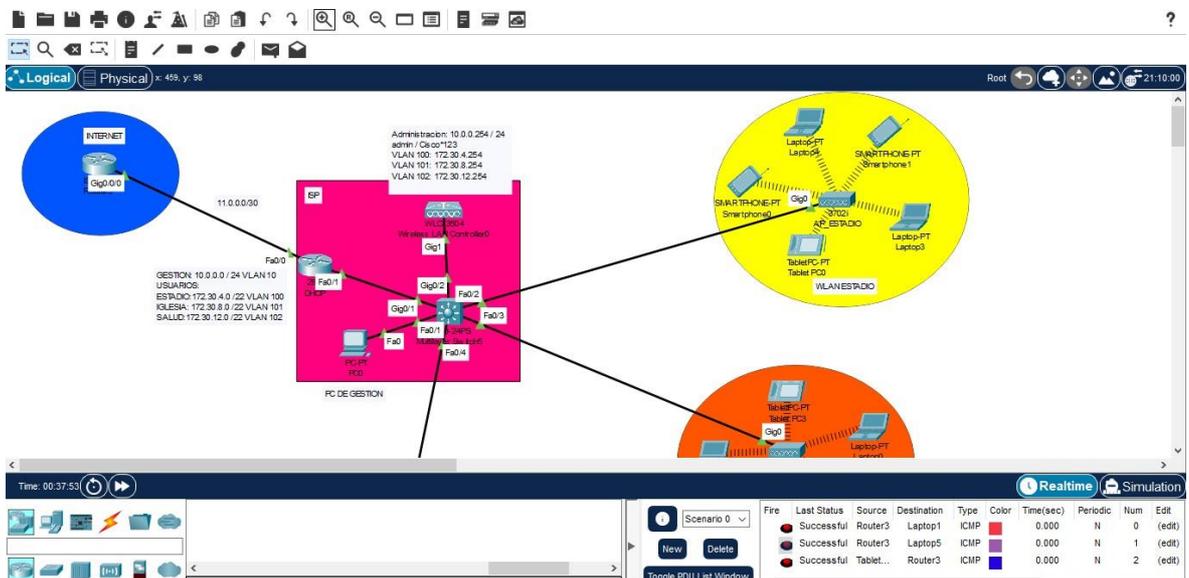


Figura 4.10 Conectividad de red

Elaborado por. Antonio Quinga

1.20 Radio Mobile

Radio Mobile es una herramienta valiosa para el diseño y análisis de enlaces de comunicación inalámbrica. Su capacidad para modelar conexiones punto a punto, analizar la zona de Fresnel y generar mapas de cobertura permite a los ingenieros planificar y optimizar redes de manera eficiente, asegurando una transmisión de datos confiable y efectiva.

1.20.1 Ubicación Antena, Enlaces, Aps

La ubicación de las antenas, enlaces y puntos de acceso (APs) se ha escogido tras una investigación exhaustiva que garantiza varios aspectos cruciales: la línea de vista, una zona de Fresnel despejada y una cobertura óptima en cada punto. Desde la ventana de propiedades del mapa, se configura el mapa de Ecuador y se establecen los puntos específicos donde se colocarán las antenas. Este proceso asegura que la dirección del barrio San Fernando esté correctamente representada. Con toda esta información, comenzamos a diagramar el diseño

de la red, utilizando el mapa del barrio San Fernando para realizar las simulaciones necesarias.



Figura 4.11 Ventana propiedades del mapa

Elaborado por. Antonio Quinga

1.20.2 Configuraciones de latitud y longitud

En la ventana de propiedades de la unidad se crearon cada uno de los sitios (SALUD, IGLESIA, ESTADIO, ISP), donde se pueden observar las coordenadas de latitud y longitud correspondientes. Estas coordenadas se obtuvieron utilizando Google Maps, seleccionando un espacio céntrico en cada sitio para la ubicación de las antenas. Al ingresar estas coordenadas, el software proporciona la altitud sobre el nivel del mar para cada uno de los sitios.

Sitio SALUD coordenadas y altitud

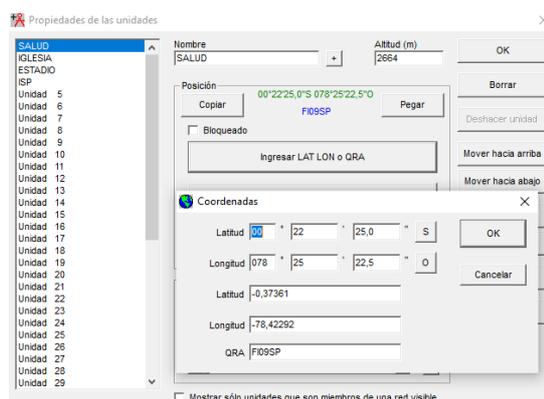


Figura 4.12 Coordenadas sitio salud

Elaborado por. Antonio Quinga

Sitio IGLESIA coordenadas y altitud

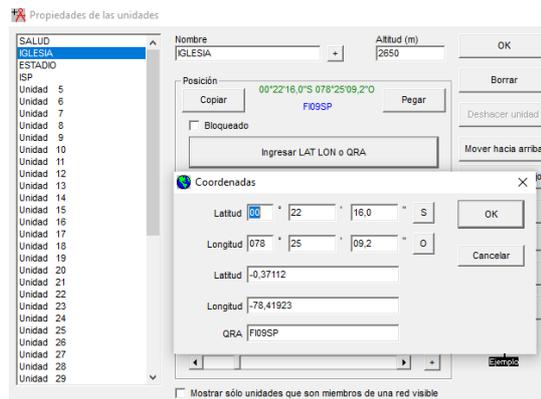


Figura 4.13 Coordenadas sitio iglesia

Elaborado por. Antonio Quinga

Sitio ESTADIO coordenadas y altitud

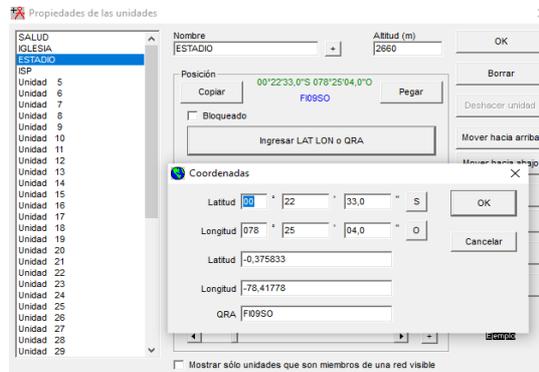


Figura 4.14 Coordenadas sitio estadio

Elaborado por. Antonio Quinga

Sitio ISP coordenadas y altitud

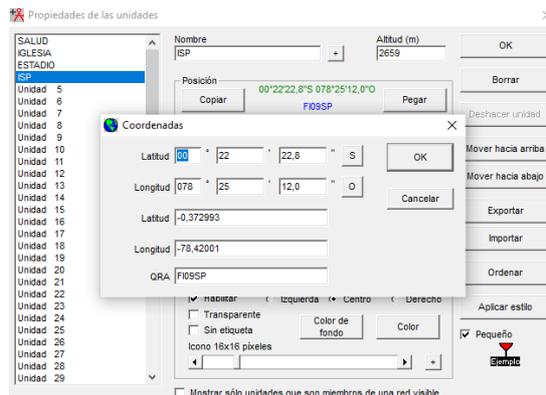


Figura 4.15 Coordenadas sitio isp

Elaborado por. Antonio Quinga

1.20.3 Configuración de los enlaces

En la ventana de propiedades de redes se configuran los enlaces, que en este caso son tres: enlace salud, enlace iglesia y enlace estadio. Cada uno de estos enlaces estará conectado con el ISP. Durante la configuración, se establece la frecuencia mínima y máxima, teniendo en cuenta que la antena utilizada en la simulación opera exclusivamente en la banda de 5 GHz. Por lo tanto, todos los enlaces estarán dentro de esta frecuencia.

Al escoger la frecuencia mínima y máxima, no se pueden seleccionar ni la frecuencia mínima ni la máxima del rango disponible para evitar el solapamiento de frecuencias y, de esta manera, prevenir la atenuación de la señal. En su lugar, se selecciona una frecuencia central, que en este caso es de 5512 MHz. A partir de esta frecuencia central, se escoge el canal 6, considerando que la banda de 5 GHz tiene un ancho de banda total de 80 MHz. Este ancho de banda se divide equitativamente para determinar las dos frecuencias a utilizar

Después de realizar los cálculos, se obtiene que la frecuencia mínima es de 5472 MHz y la frecuencia máxima es de 5552 MHz. Con estas frecuencias, se garantiza que no exista solapamiento, asegurando una transmisión de señal más eficiente y sin interferencias.

Calculo frecuencia máxima y mínima

Frecuencia central: 5512 MHz

Ancho de banda canal 6: 80 MHz

$80 \text{ MHz} / 2 = 40$

Frecuencia mínima = $40 - 5512 = 5472$

Frecuencia máxima = $40 + 5512 = 5552$

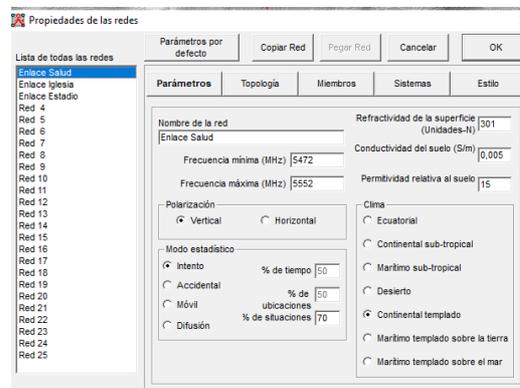


Figura 4.16 Pestaña parámetros

Elaborado por. Antonio Quinga

Para cada uno de los tres enlaces, se configura la polarización en vertical, lo que permite una mejor dirección de la señal hacia cada uno de los sitios. En la pestaña de clima, se selecciona "continental templado" por ser el clima más parecido al que tenemos en la zona. La frecuencia máxima y mínima se configuran de la misma manera en cada uno de los sitios, ya que se utilizan los mismos equipos en todos ellos.

En la pestaña de topología, seleccionamos la opción de "Red de datos (Master/Esclavo)", donde la oficina central actúa como el master y las antenas de cada sitio como los esclavos. Esta configuración se aplica a los tres enlaces, asegurando una coordinación eficiente y efectiva de la red.

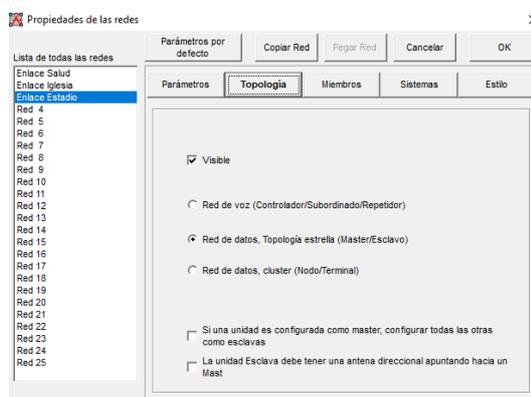


Figura 4.17 Pestaña topología

Elaborado por. Antonio Quinga

En la pestaña de miembros, se define la relación entre los miembros creados (ISP, ESTADIO, SALUD, IGLESIA). Para todos los enlaces, la antena ISP será el master, mientras que las antenas de ESTADIO, SALUD e IGLESIA serán los esclavos, cada una en sus respectivos sistemas de transmisión (sistema ESTADIO Tx, sistema SALUD Tx, sistema IGLESIA Tx). En esta pestaña, también configuramos la altura de cada una de las antenas. El software proporciona automáticamente el azimut y el ángulo de elevación, ajustándolos según las necesidades del enlace y las características del terreno.

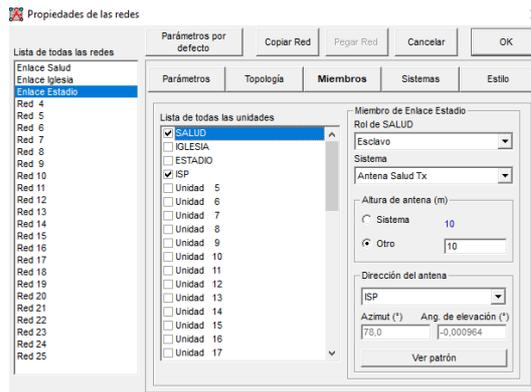


Figura 4.18 Pestaña miembros

Elaborado por. Antonio Quinga

En la pestaña de sistemas, se crean los diferentes sistemas (Antena SALUD Tx, Antena IGLESIA Tx, Antena ESTADIO Tx) y se configuran todos los datos de las antenas. Estos datos incluyen: potencia de transmisión, umbral del receptor, pérdida de línea, tipo de antena (se escoge la antena yagi por ser la que más se asemeja a la antena que se está utilizando en base a sus características), ganancia de la antena y altura de la antena. Todos estos datos fueron obtenidos del datasheet de la antena.

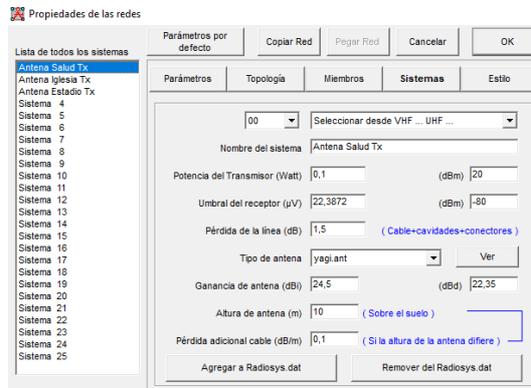


Figura 4.19 Pestaña sistemas

Elaborado por. Antonio Quinga

1.21 Resultados enlaces mapa del barrio San Fernando

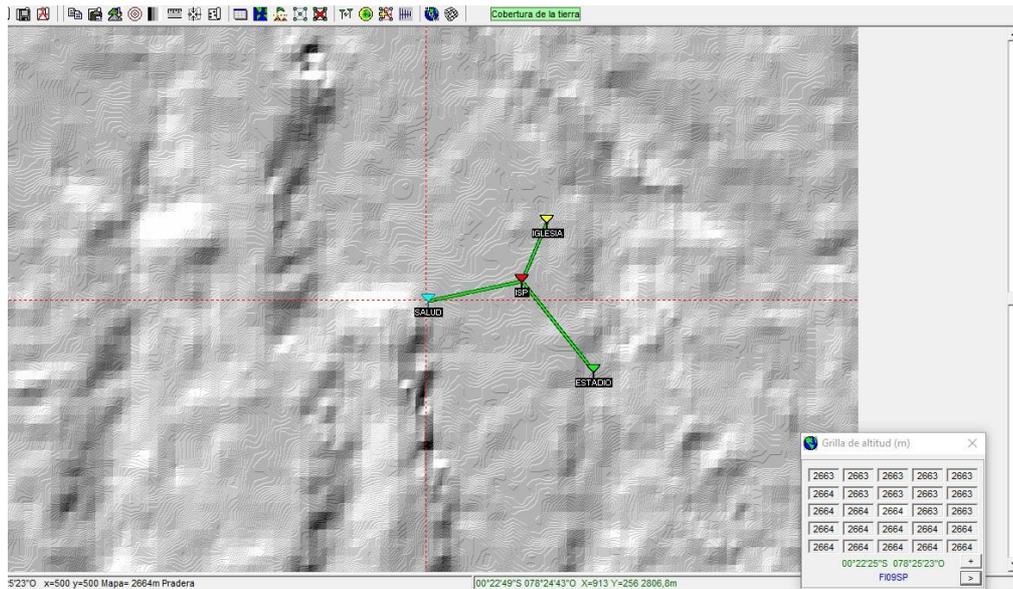


Figura 4.20 Enlaces

Elaborado por. Antonio Quinga

En la simulación del enlace de radio, se puede observar una eficiencia de la zona de Fresnel con casi un 80 % despejado, lo que permite una transmisión efectiva. El nivel de transmisión es de -38 dBm, lo cual indica una buena calidad de transmisión. Además, la simulación muestra distintos parámetros como la distancia, el azimut, entre otros.

Las alturas de las antenas varían dependiendo del sitio. En la oficina central, la altura es de 15 metros, en el sitio IGLESIA la altura de la antena también es de 15 metros, en el sitio SALUD la altura de la antena es de 10 metros y en el sitio ESTADIO la altura es de 35 metros. Estas alturas aseguran una buena transmisión y recepción, cumpliendo así el objetivo de los enlaces.

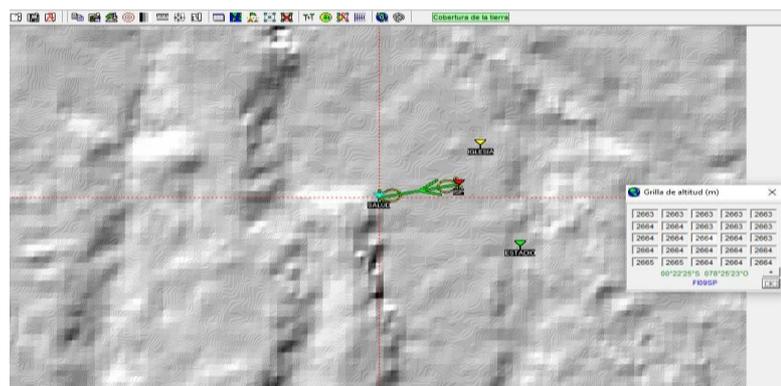


Figura 4.21 enlace punto a punto

Elaborado por. Antonio Quinga

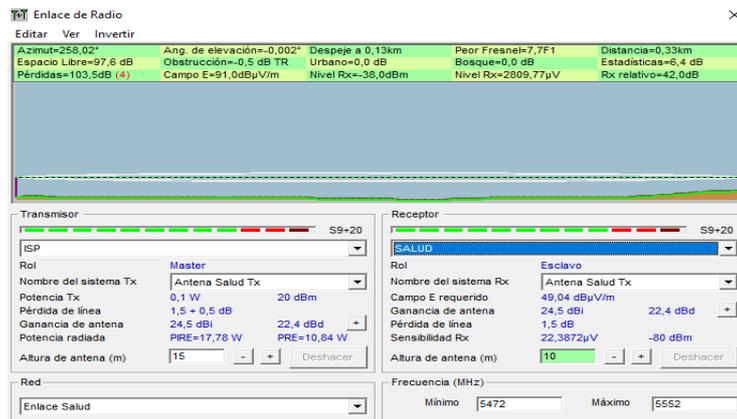


Figura 4.22 Enlace radio isp a salud

Elaborado por. Antonio Quinga

Radio Mobile se asocia con Google Earth, lo que brinda la opción de, a través de una configuración previa en Radio Mobile, descargar esta información y visualizar los enlaces creados de manera más dinámica dentro de Google Earth. Esta integración permite a los usuarios explorar y analizar los enlaces de comunicación en un entorno tridimensional realista, facilitando la identificación de posibles obstrucciones y optimizando la planificación de la red.

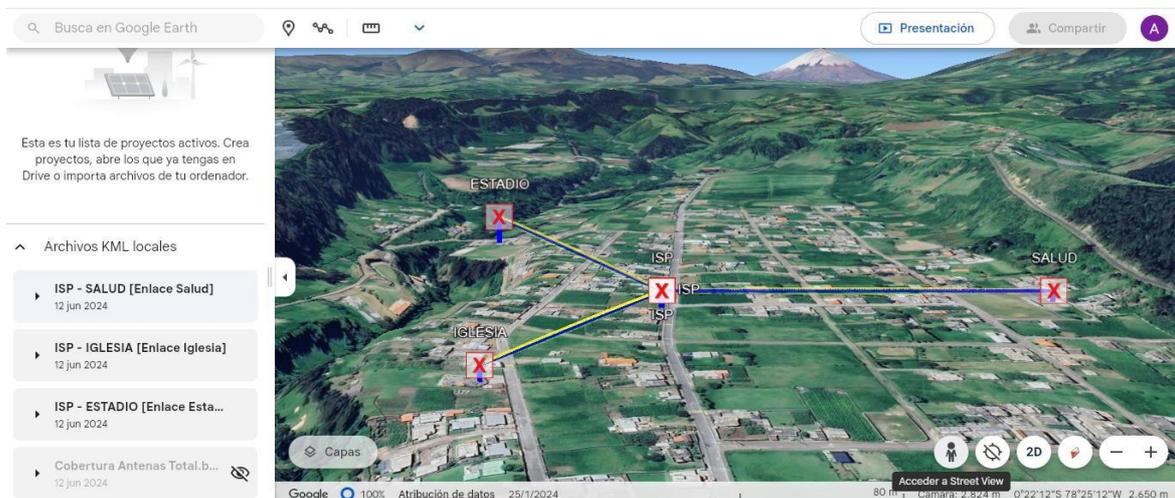


Figura 4.23 Enlaces Google earth

Elaborado por. Antonio Quinga

1.22 Resultados cobertura

En la ventana de cobertura, podremos seleccionar la unidad central, que para este proyecto es el ISP o central office, así como las unidades móviles: SALUD, IGLESIA, y ESTADIO. La configuración de la red dependerá de la unidad móvil seleccionada. En el apartado de dibujo, se han elegido las opciones de contorno, superficie y arcoíris para visualizar la cobertura. En cuanto al umbral, se ha configurado únicamente la opción de dBm. Esta misma configuración se aplica para los tres sitios, asegurando una uniformidad en el análisis y representación de la cobertura.

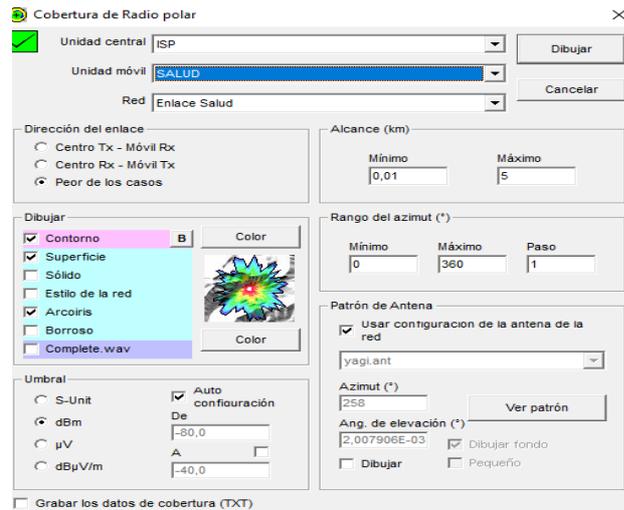


Figura 4.24 Cobertura enlaces

Elaborado por. Antonio Quinga

Cobertura Isp enlace de Salud

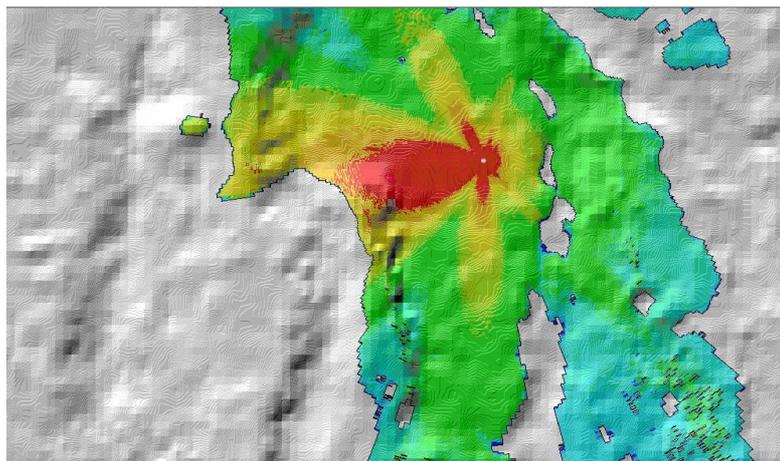


Figura 4.25 Cobertura sitio salud

Elaborado por. Antonio Quinga

Cobertura Isp enlace de Iglesia

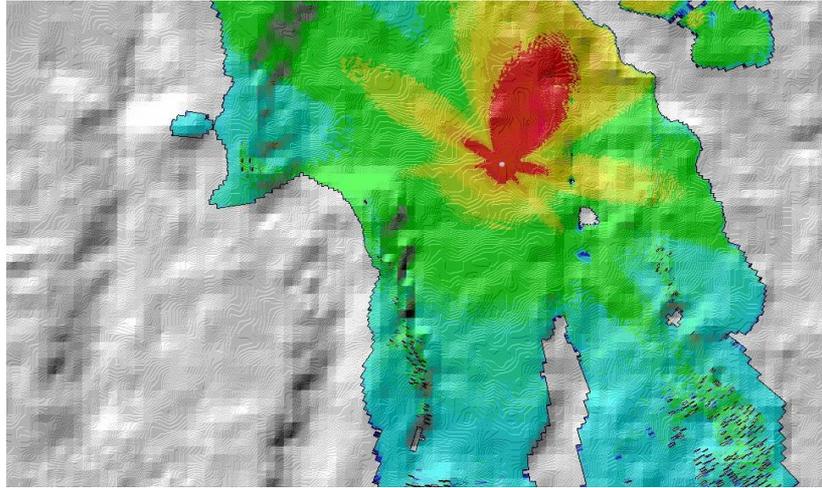


Figura 4.26 cobertura sitio iglesia

Elaborado por. Antonio Quinga

Cobertura Isp enlace de Estadio

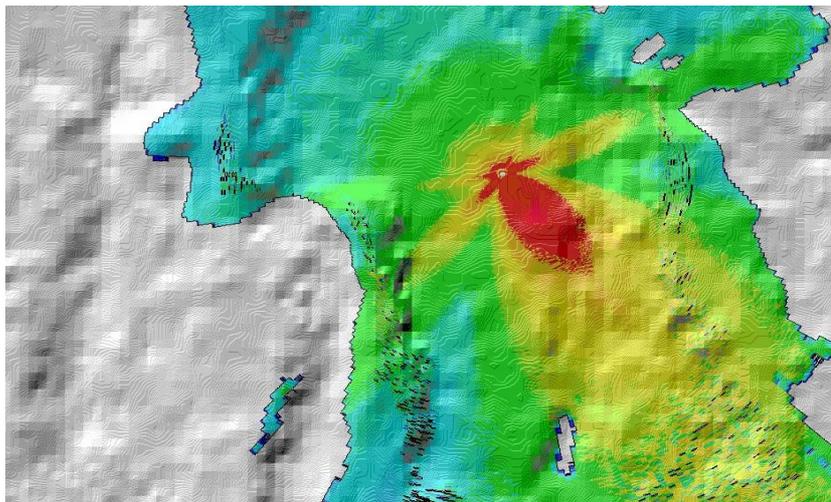


Figura 4.27 cobertura sitio estadio

Elaborado por. Antonio Quinga

En todos los enlaces, la mayor cobertura se observa en la zona roja, mientras que en las zonas amarilla, verde y azul se puede apreciar cómo el área de cobertura va disminuyendo gradualmente.

CAPÍTULO 5

1.23 ANÁLISIS DE VIABILIDAD FINANCIERA

En el presente capítulo, se realizará un análisis para evaluar la viabilidad financiera de la infraestructura del proyecto a implementarse en la red inalámbrica propuesta para el Barrio San Fernando.

Además, se realizará una estimación exhaustiva de los costos involucrados, proyectando los gastos esperados durante un período de 10 años.

En la siguiente tabla se presenta una descripción de los equipos empleados en las simulaciones junto con su valor en dólares. El valor de importación se tomó como referencia del costo de importación y logística proporcionado por la empresa Amazon. [34]

Equipos	Cantidad	Precio	Valor de Importación	Total
Switch MikroTik	1	\$ 599	x 2.5	\$ 1.497
Router MikroTik	1	\$ 1.195	x 2.5	\$ 2.987
Access Point MikroTik	3	\$ 129 x3	x 2.5	\$ 1.290
Antena MikroTik	4	\$ 69 x4	x 2.5	\$ 690
Bacteria Samlex	1	\$2,298.64	x2.5	\$5,746.6
Computador HP	1	\$600	x 2.5	\$1.500
Monitor HP	1	\$259	x 2.5	\$647.5
Rack Beaucop	1	\$133.99	x 2.5	\$334.9
Total		\$ 14,693		

Tabla 5.1 Costo de equipos

Elaborado por. Antonio Quinga

En la tabla se especifica el presupuesto asignado para la implementación de las torres y la instalación de equipos en cada una de ellas.

Para calcular el valor de una instalación se utiliza los datos el costo base del equipo y el valor IVA (impuesto al valor agregado) correspondiente en Ecuador 2024 es del 12%. [35]

Equipos	Cantidad	Precio	Valor de Importación	Total
Torres número	4	\$500 x 4	x2.5	\$5.000
Instalación	4	\$560 x 4	0	\$2.240
Total		\$2.240		

Tabla 5.2 Presupuestó para torres

Elaborado por. Antonio Quinga

En la tabla se incluyó el presupuesto para la contratación de servicios de internet con la empresa Starlink (plan prioridad), totalizando una capacidad de 1TB con la posibilidad de escalabilidad futura.

La elección de la empresa Starlink se basa en un análisis detallado realizado en el Barrio San Fernando. Según dicho estudio, se constató que Starlink emplea tecnología avanzada en esta zona, lo cual la posiciona como la opción más favorable en comparación con otras marcas como Netlife, CNT, entre otras.

Starlink	Terabyte	Costo Mensual	Costo Anual
Plan empresarial	1TB	\$155	\$ 1.860

Tabla 5.3 Presupuesto contratación de servicio

Elaborado por. Antonio Quinga

En la Tabla se detallan los gastos mensuales correspondientes a servicios de operación, considerando el caculo para un año.

Dentro de los costos operativos mensuales y anuales de un proyecto incluyen varios componentes clave. [36], [37], [38]

Gastos	Costo Mensual	Costo Anual
Administrador de red	\$500	\$6000
Mantenimiento equipos	\$500	\$6000
Servicios de Internet	\$155	\$1.860
Energía eléctrica	\$28.71	\$349.26
Gastos adicionales	\$150	\$1800
Alquiler de espacio	\$500	\$6000
Total	\$1,833.71	\$22,009.26

Tabla 5.4 Gastos de operación

Elaborado por. Antonio Quinga

En la siguiente tabla se muestra el total de la inversión inicial y el total de costos anuales.

Inversión Inicial	
Equipos	\$ 14,693
Torres	\$ 2,240
Total: \$ 16,933	
Costo Anules	

Proveedor de internet	\$ 1,860.00 (aumento anual)
Gastos de Operación	\$ 22,009.26 (aumento anual)
Total: \$ 23,869.26 (aumento anual)	

Tabla 5.5 Gastos de inversión total e inversión anual

Elaborado por. Antonio Quinga

El presupuesto total para la implementación de este proyecto, incluyendo costos fijos y costos anuales (calculados para un año), será de 30,397.62 dólares. Este presupuesto será presentado a la municipalidad del cantón Rumiñahui, la cual evaluará la propuesta y, de ser aprobada, proporcionará los fondos necesarios para llevar a cabo el Proyecto.

Cabe mencionar que este proyecto está enfocado en reducir la brecha digital y la disrupción tecnológica en el Barrio San Fernando, ubicado en el cantón Rumiñahui. Estas problemáticas se han evidenciado en diferentes contextos durante los últimos años, tales como la pandemia de COVID-19, protestas masivas y catástrofes naturales. En estas situaciones, ha quedado claro que las zonas rurales quedan incomunicadas y sin acceso a la información.

Este proyecto busca proporcionar una herramienta digital al Barrio San Fernando para enfrentar dichas eventualidades. Por esta razón, se presentará a la municipalidad del cantón Rumiñahui, quien evaluará y determinará la factibilidad de proporcionar el presupuesto necesario para su realización.

Flujo de efectivo

En esta tabla se recopila información sobre los beneficios intangibles que tendrá la población del barrio San Fernando. El número estimado de clientes es una proyección basada en el estudio de tráfico, aunque este número podría variar ligeramente. Utilizando estos datos, se puede representar el flujo de usuarios que tendrá el presente proyecto. [37], [39], [40], [41]

Beneficios intangibles por persona	Número de usuarios	Valor mensual	Valor anual
Acceso a internet por usuario	180	\$75	\$13,500
Educación	180	\$45	\$8,100
Movilidad Estudiante	180	\$0.35	\$63
Movilidad particular	180	\$5	\$900
Comida	180	\$3.60	\$648
Telemedicina	180	\$30	\$5,400
		Total = 28,611	

Tabla 5.6 Flujo de caja

Elaborado por. Antonio Quinga

Se realiza el cálculo del nuevo flujo efectivo además de considerar la tasa de inflación de 1.43%, tasa fija de descuento es de 12% estos valores son a nivel de latino américa y por lo tanto también aplicables a Ecuador nos ayudaran a calcular el VAN y TIR de este proyecto.

Datos iniciales	
Inversión inicial	\$16,933
Flujo de efectivo neto anual	\$4,741.74
Tasa de descuento nominal	12% (0.12)
Tasa de inflación	1.43% (0.0143)
Horizonte temporal	10 años
Tasa de descuento real	10.42%

Tabla 5.7 Nuevo flujo efectivo y tasa de descuento real

Elaborado por. Antonio Quinga

En la siguiente Tabla, se examinan los resultados del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la empresa. Estos resultados son esenciales, ya que permiten identificar el período en el que la empresa comenzará a generar ganancias. Esta evaluación resulta fundamental para verificar la viabilidad y rentabilidad del negocio. El VAN y la TIR ofrecen datos valiosos que facilitan la toma de decisiones informadas sobre la gestión financiera de la empresa.

Flujo de caja acumulado	Oro Año	\$-16,933	Van	\$5,892.84
	1er Año	\$-12,191.26		
	2do Año	\$-7,449.52		
	3er Año	\$-2,707.78		
	4to Año	\$2,033.96		
	5to Año	\$6,755.70	Tir	
	6to Año	\$11,517.44		
	7mo Año	\$16,259.18		
	8vo Año	\$21,000.92		
	9no Año	\$25,742.66		
10mo Año	\$30,484.40	18,29 %		

Tabla 5.8 Van y Tir

Elaborado por. Antonio Quinga

Los resultados financieros muestran que el proyecto es altamente rentable y viable. Con un Valor Actual Neto (VAN) de \$5,893.84 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 18.29%, estos resultados no solo indican que el proyecto es capaz de recuperar la inversión inicial en un período relativamente corto, sino que también genera ganancias considerables a lo largo del análisis. Esto sugiere que la inversión es sólida desde una perspectiva financiera y estratégica.

CONCLUSIONES

- El proyecto de diseño y simulación de una red inalámbrica para el barrio San Fernando demuestra la necesidad de contar con una infraestructura que pueda ofrecer servicios esenciales, cortando así la brecha digital existente y adaptándose a las necesidades actuales de una zona rural con un crecimiento poblacional exponencial.
- La metodología usada en este proyecto permitirá tener los recursos e información necesarios para una futura implementación del WISP, en la cual tanto el estudio previo como la simulación facilitarán el proceso.
- El análisis financiero de este proyecto demuestra ser altamente rentable. Aunque no es un proyecto con fines de lucro en sí mismo, la tabla de beneficios intangibles muestra los valores cotidianos que los usuarios cubren al no tener este servicio. Estos valores representan las ganancias potenciales de este proyecto.
- La simulación en el entorno de Radio Mobile muestra que los enlaces punto a punto, la zona de Fresnel y la cobertura de cada sitio son óptimos. Si este proyecto se implementa, garantizará los estándares de calidad para una red totalmente funcional según los estándares actuales.
- A través de la investigación actual sobre la conectividad del barrio San Fernando, se puede evidenciar su exponencial crecimiento proyectado para el futuro. Las simulaciones realizadas con Cisco Packet Tracer han demostrado que es óptimo contar con un direccionamiento amplio para satisfacer tanto las necesidades actuales como las futuras.

RECOMENDACIONES

- A partir del estudio técnico de este proyecto enfocado al barrio San Fernando, se recomienda no solo realizar un análisis y diseño, sino también considerar este estudio para la adecuada implementación de futuros proyectos.
- Para la expansión de la cobertura de red, se recomienda utilizar enlaces de fibra óptica. De esta manera, si el área de estudio cambia debido al crecimiento poblacional, este proyecto garantizará que el rendimiento de la red no se vea afectado gracias a los enlaces de fibra.
- Se recomienda gestionar junto con la municipalidad del Cantón Rumiñahui la creación de políticas de seguridad tanto físicas como logísticas para prevenir ataques a la red.
- Se recomienda realizar evaluaciones periódicas de tecnologías emergentes para mantener la red actualizada y competitiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Bibliografía

- [1] CESUR, «¿QUE SON LAS REDES?», CESUR, 2024. [En línea]. Available: <https://www.cesurformacion.com/blog/que-son-las-redes-informaticas#dispositivos%20en%20todo%20el%20mundo..>
- [2] IONOS, «Infraestructura como servicio,» 13 Marzo 2024. [En línea]. Available: <https://www.ionos.com/es-us/digitalguide/servidores/know-how/que-es-iaas/>.
- [3] J. S. soler, «UPCommons,» 2020. [En línea]. Available: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf.
- [4] j. A. Castillo, «Profesional review,» 9 diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.profesionalreview.com/2018/12/09/redes-lan-man-wan/>.
- [5] J. A. Castillo, «profesionalreview.com,» PROFES ONAL review, 7 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.profesionalreview.com/2020/03/07/wlan-que-es/>. [Último acceso: 10 Junio 2023].
- [6] R. y. Telecom, «Que es la arquitectura de red y para que se utiliza,» Digital 360, 22 Abril 2024. [En línea]. Available: <https://www.redestelecom.es/especiales/arquitectura-de-red-caracteristicas-importancia-y-funcionalidades/>.
- [7] Telefónica, «Fibre óptica: qué es y cuál es su origen,» 8 Abril 2024. [En línea]. Available: <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/que-es-fibra-optica/>.
- [8] PATCHBOX, «¿Fibra monomodo y multimodo?,» 15 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://patchbox.com/es/blog/monomodo-multimodo-fibra-optica/#:~:text=La%20fibra%20monomodo%20s%C3%B3lo%20est%C3%A1,e%20de%20la%20fibra%20OM5..>
- [9] R. Zone, «Conexiones WISP: cómo funciona y por qué usarlas,» 10 Marzo 2024. [En línea]. Available: <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/wisp-conexiones-internet/>.
- [10] Wispro, «Tipos de ISP,» 21 Septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://www.wispro.co/tipos-de-isp/>.
- [11] U. Galileo, «WI-FI,» 14 Junio 2023. [En línea]. Available: <https://www.galileo.edu/fisicc/historias-de-exito/wi-fi-que-es-y-que-no-es-esta-tecnologia/>.
- [12] E. T. d. A. d. C. d. P. y. Vivienda, «Instituto Nacional de Estadística y Censos,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/pichincha.pdf>.
- [13] W. C. DÍAZ, «PLAN DE GOBIERNO Rumiñahui, humano, próspero, participativo y moderno,» Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://ruminahui-faenamiento.gob.ec/wp-content/uploads/2021/04/Plan-de-Trabajo-Alcaldia-Ruminahui-2019-2023.pdf>.
- [14] A. d. R. y. C. d. I. Telecomunicaciones, «ARCOTEL BOLETÍN ESTADÍSTICO,» Enero 2023. [En línea]. Available: <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2023/12/Boletin-cierre-de-a%C3%B1o.pdf>.
- [15] i. Cisco Systems, «Cisco Annual Internet Report (2018-2023) White Paper,» 9 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>.
- [16] Adriana Graciela Segura Mariño, Francisco Javier Paniagua Rojano, Valeria Piñeiro Naval, «Comunicación interactiva en sistios web universitarios de Ecuador,» 15 Febrero 2020. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-09332020000100015&lang=es.
- [17] SANDVINE, «Informe gobal sobre fenómenos de Internet 2023,» Enero 2023. [En línea]. Available: https://www.sandvine.com/hubfs/Sandvine_Redesign_2019/Downloads/2023/reports/Sandvine%20GIPR%202023.pdf.
- [18] H. Inc, «HP Pavlion Desktop TP01-2066 PC product Specifications,» 2024. [En línea]. Available: <https://support.hp.com/us-en/document/c07119926>.
- [19] H. Inc, «Monitor HP EliteDisplay E243p 60,45 cm,» 2024. [En línea]. Available: <https://support.hp.com/es-es/product/details/hp-elitedisplay-e243p-23.8-inch-sure-view-monitor/24466503>.
- [20] I. Cisco Systems, «Controlador inalámbrico Cisco 3504,» 2024. [En línea]. Available: https://www.cisco.com/c/es_mx/support/wireless/3504-wireless-controller/model.html.
- [21] I. Cisco Systems, «Cisco Catalyst 9200 Series Switches Data Sheet,» 12 Abril 2024. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-9200-series-switches/nb-06-cat9200-ser-data-sheet-cte-en.html>.
- [22] I. Cisco Systems, «Router de servicios integrados (ISR) cisco de la serie 4321,» 2024. [En línea]. Available: https://www.cisco.com/c/es_mx/support/routers/4321-integrated-services-router/model.html.
- [23] TECNIT, «Access Point Wireless Ac Cisco Business Wave2 Gigabit D.band,» 2023. [En línea]. Available: <https://tecnit.com.ec/producto/access-point-wireless-ac-cisco-business-wave2-gigabit-d-band/>.
- [24] I. Cisco Systems, «Cisco Business 140AC Access Point Data Sheet,» 1 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/business-100-series-access-points/smb-01-bus-140ac-ap-ds-cte-en.html>.
- [25] M. Tik, «Products: CRS3454-48G-4S+2Q+RM,» 2023. [En línea]. Available: https://mikrotik.com/product/crs354_48g_4splus2qplusrm#fndtn-downloads.

- [26] M. Tik, «Products: CCR1036-8G-2S+-Mikro Tik,» 2023. [En línea]. Available: <https://mikrotik.com/product/CCR1036-8G-2Splus#fndtn-specifications>.
- [27] M. Tik, «hAP ac - MikroTik Routers and Wireless - Products,» 2023. [En línea]. Available: <https://mikrotik.com/product/RB962UiGS-5HacT2HnT#fndtn-specifications>.
- [28] M. Tik, «LHG 5 - MikroTik Routers and Wireless - Products,» 2023. [En línea]. Available: <https://mikrotik.com/product/RBLHG-5nD#fndtn-specifications>.
- [29] I. Cisco Systems, «Cisco Aironet 8-dBi Omnidirectional Antenna,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/antenna/installation/guide/ant5180v.html>.
- [30] APC, «Unidad Smart-UPS de SRT de APC, 500 VA Y 230 V,» Schneider Electric, 2024. [En línea]. Available: <https://www.apc.com/pe/es/product/SRT5KXLI/unidad-smartups-srt-de-apc-5000-va-y-230-v/>.
- [31] I. H. D. P. BARREZUETA, «REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ORGÁNICA DE TELECOMUNICACIONES,» 12 Febrero 2016. [En línea]. Available: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf>.
- [32] STARLINK, «Starlink,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.starlink.com/>.
- [33] trylon, «stock tower brochure - Trylon,» 2021. [En línea]. Available: https://trylon.com/wp-content/uploads/2021/05/Trylon-US_Stock_Tower_Brochure_Web_2015.pdf.
- [34] A. Corporación, «Amazon.com.INC,» Amazon , 2024. [En línea]. Available: <https://www.amazon.com/-/es/gp/help/customer/display.html?nodeId=G8VRJ7Y8Z3T5WPV3>.
- [35] SENA, «Servicio Nacional de Aduana del Ecuador,» SENA, 1 Mayo 2024. [En línea]. Available: <https://www.aduana.gob.ec/servicio-al-ciudadano/para-importar/>.
- [36] IEISS, «SALARIO MINIMO SECTORIAL APICABLE 2024,» IEISS, 1 Enero 2024. [En línea]. Available: https://www.iess.gob.ec/documents/10162/25743050/SALARIOS_SECTORIALES_2024.pdf.
- [37] Starlink, «Internet de alta velocidad en todo el mundo,» Starlink , 2024. [En línea]. Available: <https://www.starlink.com/ec/business/fixed-site>.
- [38] eeq.com.ec, «EL PRECIO DEL KILOVATIO HORA,» EMPRESA ELÉCTRICA QUITO, 1 Mayo 2024. [En línea]. Available: <https://www.eeq.com.ec/w/el-precio-del-kilovatio-hora-es-unico-en-todos-los-sectores-la-empresa-electrica-quito-te-lo-explica>.
- [39] Q. informa, «Operadoras del corredor sur occidental actualizado,» El Telégrafo , 4 julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.quitoinforma.gob.ec/2022/07/04/operadoras-del-corredor-sur-occidental-actualizan-la-tarifa-del-pasaje/>.
- [40] Preciosmundi, «Precios en restaurantes en Ecuador 2024,» Preciosmundi, 2024. [En línea]. Available: <https://preciosmundi.com/ecuador/precio-restaurantes>.
- [41] S. Medi, «Cual es el costo promedio de las,» Blog MEDI, 18 Mayo 2023. [En línea]. Available: https://www.google.com/search?q=precios+de+consultad+medicas&rlz=1C1CHBF_esEC1061EC1062&oq.

ANEXOS.