



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**TEMA:**

**Implementación de un prototipo de arquitectura de red privada para la ampliación  
inalámbrica del servicio de internet satelital en la unidad Educativa del Milenio  
Cerezal-Bellavista, ubicada en la ciudad de Santa Elena, usando tecnología  
profesional de red capa 3 protocolo IEEE 802.11 af.**

**AUTOR:**

**Merchán Reyes, Michael Jerry**

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención**

**del título de**

**INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**TUTOR:**

**Ing. Miranda Rodríguez, Marcos Xavier**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de integración curricular fue realizado en su totalidad por el **Merchán Reyes, Michael Jerry** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**.

**TUTOR (A)**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Miranda Rodríguez, Marcos Xavier**

**Guayaquil, a los 5 días del mes de septiembre del año 2024**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Merchán Reyes, Michael Jerry**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Integración Curricular, **Implementación de un prototipo de arquitectura de red privada para la ampliación inalámbrica del servicio de internet satelital en la unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista, ubicada en la ciudad de Santa Elena, usando tecnología profesional de red capa 3 protocolo IEEE 802.11 af**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**, ha sido desarrollado respetando los derechos intelectuales de terceros conforme a las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

**Guayaquil, 5 de septiembre del año 2024**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_

**Merchán Reyes, Michael Jerry**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Merchán Reyes, Michael Jerry**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Implementación de un prototipo de arquitectura de red privada para la ampliación inalámbrica del servicio de internet satelital en la unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista, ubicada en la ciudad de Santa Elena, usando tecnología profesional de red capa 3 protocolo IEEE 802.11 af**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 5 días del mes de septiembre del año 2024**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_

**Merchán Reyes, Michael Jerry**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. \_\_\_\_\_

ING. ANA CAMACHO CORONEL, MGS

DIRECTORA DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

ING. ISMAEL ALBERTO SOSA RENDON, MGS

DOCENTE DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

ING. EDISON JOSÉ TOALA QUIMÍ, MGS

OPONENTE



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

### REPORTE ANTIPLAGIO



TIC A2024 Michael Merchán

0%  
Textos sospechosos

Nombre del documento: TIC A2024 Michael Merchán.docx  
ID del documento: 803e94b420a7758b316b8708747a39ba10b7c88c  
Tamaño del documento original: 8,47 MB  
Autores: []

Depositante: Marcos Xavier Miranda Rodríguez  
Fecha de depósito: 22/8/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 22/8/2024

22/08/2024:



Firma:

Marcos Xavier Miranda Rodríguez  
Tutor de Trabajo de Titulación  
Carrera de Computación

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer al todopoderoso por permitirme llegar a estas instancias de mi vida profesional el cual, mediante las distintas experiencias, en especial las de índole personal, me han permitido llegar hasta aquí gracias a cada conocimiento adquirido bajo las distintas circunstancias que se me han presentado y con esto me han permitido hasta al momento aprender un día a la vez.

Seguidamente al agradecimiento a Dios destaco el apoyo incondicional de mis padres, Ab. Gina Reyes y Lcdo. José Merchán, personas quienes estuvieron en el momento exacto para lograr mis éxitos académicos y con esto agradecerle también a mi querida hermana la Ab. Kenia Merchán quien con su apoyo motivador me ayudó a no rendirme junto con mi familia para lograr mis metas y objetivos personales y profesionales.

Doy gracias también a las personas claves para el seguimiento de esta profesión, con esto me refiero a el personal administrativo del año 2015 del Registro de la Propiedad del cantón Santa Elena, así como también a el personal de la empresa Listosoft S.A. en donde adquirí el conocimiento profesional necesario para poder ejercer parte de los servicios profesionales que actualmente ofrece mi carrera universitaria.

Agradezco a mis compañeros de la universidad y docentes quienes no dudaron en mi al darme la oportunidad de poder ejercer puestos importantes en mi carrera, tales como administración de las redes sociales de la facultad, así como también el cargo de presidente de la carrera en donde sin lugar a duda me ayudó a sumar a mi experiencia laboral y profesional para futuros cargos en área administrativa y de negocios.

Termino mi agradecimiento a la Unidad Educativa Milenio Cerezal-Bellavista del cantón Santa Elena, quienes dieron cabida a la aplicación de este proyecto y con esto la culminación de otra etapa de mi vida profesional.

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a mis hijas, Dana y Evita Merchán, quienes en el transcurso de este camino de mi vida profesional fueron la inspiración principal para que cada día me esfuerce en ser mejor persona y mejor profesional, sin excluir a mis padres y hermana quienes hasta el final creyeron en mí de manera incondicional.

Parte de esta dedicatoria también le corresponde a mis querido abuelitos, Adelita y Napoleón, personas que sé que desde el más allá me dieron su apoyo para no decaer en este camino a obtener mi título profesional.



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA</b> .....	<b>4</b>
UBICACIÓN DEL PROBLEMA EN UN CONTEXTO .....	4
CAUSAS Y CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA .....	5
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	6
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
EVALUACIÓN DEL PROBLEMA .....	8
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA .....	8
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	9
OBJETIVOS .....	10
ALCANCES DEL PROBLEMA .....	10
OPERATIVA DEL PROYECTO .....	11
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
CONEXIÓN A INTERNET VÍA SATÉLITE .....	14
DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE RED .....	17
ENRUTAMIENTO EN REDES .....	18
CONMUTACIÓN DE UNA RED .....	20
EXPANSIÓN DE RED DE FORMA INALÁMBRICA .....	22
<b>CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>25</b>
TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
POBLACIÓN Y MUESTRA .....	26
TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	29
RESULTADOS .....	30
EVALUACIÓN .....	33
<b>CAPÍTULO IV PROPUESTA TECNOLÓGICA</b> .....	<b>34</b>
ASPECTO A CONSIDERAR PREVIO A LA INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL PROTOTIPO .....	34
INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL PROTOTIPO DE ARQUITECTURA DE RED PRIVADA .....	36
PUESTA EN OPERACIÓN .....	37
COSTOS DEL PROYECTO .....	45
ANÁLISIS DE VIABILIDADES .....	46
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>48</b>

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>50</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>53</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Criterios de evaluación del problema</i> .....	8
<b>Tabla 2.</b> <i>Cuadro comparativo entre modelo de servicio satelital de órbita baja y geoestacionario</i> .....	17
<b>Tabla 3.</b> <i>Tipos de conmutación de red</i> .....	20
<b>Tabla 4.</b> <i>Tecnologías de conmutación</i> .....	21
<b>Tabla 5.</b> <i>Tecnologías de expansión inalámbrica</i> .....	22
<b>Tabla 6.</b> <i>Evolución de los estándares WLAN</i> .....	23
<b>Tabla 7.</b> <i>Muestra de la población de la investigación + 2 del valor de la muestra calculada</i> .....	27
<b>Tabla 8.</b> <i>Matriz de variables a operar</i> .....	28
<b>Tabla 9.</b> <i>¿Está satisfecho con la red Wifi que utiliza internet recibido por radio enlace?</i> .....	30
<b>Tabla 10.</b> <i>¿Considera que la velocidad del internet mediante radio enlace es rápida?</i> .....	30
<b>Tabla 11.</b> <i>¿Cree que el alcance de la red por radio enlace cubre al menos el 50% del área de la unidad educativa?</i> .....	30
<b>Tabla 12.</b> <i>¿Se puede navegar con normalidad en la red con radio enlace?</i> .....	31
<b>Tabla 13.</b> <i>¿Cree que la red por radio enlace ofrece estabilidad y seguridad?</i> .....	31
<b>Tabla 14.</b> <i>¿Está satisfecho con la calidad del servicio de la red actual con internet satelital?</i> ...	31
<b>Tabla 15.</b> <i>¿Está satisfecho con la cobertura de la red inalámbrica actual con internet satelital?</i> .....	31
<b>Tabla 16.</b> <i>¿Considera que la red actual ha mejorado en la unidad educativa?</i> .....	32
<b>Tabla 17.</b> <i>¿Considera que la velocidad del internet ha mejorado con la red actual?</i> .....	32
<b>Tabla 18.</b> <i>¿Considera que la red actual ofrece estabilidad y seguridad?</i> .....	32
<b>Tabla 19.</b> <i>Listado y precios en dólares de equipos de la red privada inalámbrica.</i> .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Árbol del problema</i> .....	5
<b>Figura 2.</b> <i>Esquema de prototipo de red privada</i> .....	13
<b>Figura 3.</b> <i>Viaje de la señal satelital ida y vuelta medida en milisegundos</i> .....	16
<b>Figura 4.</b> <i>Análisis experimental de señal 5Ghz y 2.4Ghz wifi y UHF</i> .....	24
<b>Figura 5.</b> <i>Cálculo cuando el valor de Z es del 95% de confianza con un porcentaje de error del 18% y el producto p y q es 0.5 para lograr alcanzar su valor máximo.</i> .....	27
<b>Figura 6.</b> <i>Digitación de número de serie para activación de antena</i> .....	35
<b>Figura 7.</b> <i>Planes disponibles de internet desde los \$45 más impuestos del país</i> .....	35
<b>Figura 8.</b> <i>Descargando aplicación móvil desde la tienda oficial de IOS</i> .....	36
<b>Figura 9.</b> <i>Imagen visual de configuración física inicial</i> .....	37
<b>Figura 10.</b> <i>Coordenadas reales de la Unidad Educativa del proyecto</i> .....	38
<b>Figura 11.</b> <i>Modificación desde la página web de las coordenadas de dirección GPS</i> .....	38
<b>Figura 12.</b> <i>Instalación de la antena en la terraza del edificio principal de la unidad educativa</i> ..	39
<b>Figura 13.</b> <i>Verificación desde la aplicación móvil de Starlink que la ubicación de la antena no tiene obstrucciones</i> .....	39
<b>Figura 14.</b> <i>Instalación física de enrutador Starlink para expansión cableada hacia el enrutador Mikrotik</i> .....	40
<b>Figura 15.</b> <i>Configuración de Mikrotik para la administración de 4 redes inalámbricas distintas para abarcar un máximo de 200 personas por cada punto cardinal: Norte, sur, este y oeste</i> ....	41
<b>Figura 16.</b> <i>Instalación física de puntos de acceso Wifi 6 802.11af en una primera ubicación que permita la expansión inalámbrica a puntos norte, sur, este y oeste</i> .....	42
<b>Figura 17.</b> <i>Uso de la parametrización para la configuración rápida de los puntos de acceso</i> ...	42
<b>Figura 18.</b> <i>Visualización de SSIDs o señales wifi creadas para el proyecto</i> .....	43

<b>Figura 19.</b> <i>Test de velocidad desde un celular iPhone conectado a nueva red inalámbrica creada.....</i>	43
<b>Figura 20.</b> <i>Testeo de velocidad desde un dispositivo cerca del alcance del área del personal administrativo de la unidad educativa .....</i>	44
<b>Figura 21.</b> <i>Proforma de servicio de un tercero por 2 años de contrato .....</i>	46

## RESUMEN

Este trabajo de integración curricular aborda la implementación de un prototipo de red privada con expansión inalámbrica utilizando tecnología satelital, para proporcionar servicio de internet en la Unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista, ubicada en Santa Elena, Ecuador. El proyecto tiene como objetivo evaluar la falta de acceso a internet en las diferentes actividades académicas, administrativas, y de comunicación digital dentro de la institución, y proponer una solución tecnológica que mejore estas áreas.

A través de encuestas realizadas a la población y haciendo uso de una muestra de 20 personas las cuales hacen uso de internet de manera continua, se determinó que el 60% de los encuestados estaba insatisfecho con el servicio de internet disponible proporcionado por radio enlace. Evaluando el problema, la solución que se propuso fue hacer uso de una antena receptora de internet vía satélite junto con un enrutador POE que alimenta los puntos de acceso WiFi 6 subdivididos en cuatro redes tipo C, utilizando así tecnología IEEE 802.11af de capa 3. La viabilidad operativa del proyecto fue comprobada, ya que se logró desarrollar el prototipo sin mayores inconvenientes.

Finalmente, pudimos determinar el impacto positivo en el entorno educativo, logrando que los estudiantes, personal académico y administrativo puedan acceder a un servicio de internet distribuido de forma inalámbrica de buena calidad, además de poder realizar un análisis económico para poder evaluar posteriormente la sostenibilidad del proyecto mediante la capacitación al personal técnico encargado de la unidad educativa sobre de la red instalada, así como también poner en conocimiento el considerar la expansión de esta tecnología a otras comunidades que enfrenten las mismas necesidades tecnológicas.

**Palabras Clave:** acceso a internet, cobertura inalámbrica, tecnología satelital, problemas administrativos, comunicación educativa, instalación de red.

## ABSTRACT

This curricular integration work addresses the implementation of a private network prototype with wireless expansion using satellite technology to provide internet service at the “Unidad Educativa el Milenio Cerezal-Bellavista”, located in Santa Elena, Ecuador. The project's objective is to evaluate the lack of internet access in various academic, administrative, and digital communication activities within the institution and propose a technological solution to improve these areas.

Through surveys conducted among the population, using a sample of 20 individuals who continuously use the internet, it was determined that 60% of the respondents were dissatisfied with the available internet service provided by radio link. In evaluating the problem, the proposed solution was to use a satellite internet receiver antenna along with a POE router powering WiFi 6 access points, subdivided into four type C networks, utilizing IEEE 802.11af layer 3 technology. The operational feasibility of the project was confirmed, as the prototype was successfully developed without major issues.

Finally, we determined the positive impact on the educational environment, enabling students, academic, and administrative staff to access a high-quality, wirelessly distributed internet service. Additionally, an economic analysis was conducted to subsequently evaluate the project's sustainability through the training of technical staff responsible for the educational unit on the installed network, as well as considering the potential expansion of this technology to other communities facing similar technological needs.

**Keywords:** internet access, wireless coverage, satellite technology, administrative issues, educational communication, network installation.

## INTRODUCCIÓN

Es de conocimiento común que las personas o entidades requieran del uso de internet para poder realizar múltiples tareas que permitan estar comunicados y actualizados con información del día a día, por lo que este tipo de servicio ya no es solo un lujo sino una necesidad para la sociedad, al ser el internet parte del mundo tecnológico y haciendo uso de nuevas tecnologías, busca expandirse a sitios geográficos de difícil acceso para así poder llegar a más consumidores que se centran en desarrollo de su comunidad. Es por eso que se ha dado importancia de disponer de internet haciendo uso de la tecnología satelital principalmente para entidades educativas rurales, donde en su mayoría dentro de su entorno no disponen de este servicio ni de una infraestructura apropiada para alojar este tipo de tecnología cuyas características dependerán de las necesidades del consumidor final.

Teniendo la necesidad de estar intercomunicados y con información actualizada luego de varias visitas técnicas, en la parroquia Colonche, las cuales evaluaban en primera instancia la necesidad de disponer del servicio de internet, se pudo concretar la continuidad del proyecto en la Unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista de la comuna Limoncito, entidad que no posee al momento de algún medio de comunicación tecnológico ya que, inclusive la red celular es de señal nula; disponer de algún medio de comunicación como internet permite a esta entidad poder resolver el problema de comunicación en el interior y exterior de la unidad educativa, adicionalmente poder realizar gestiones de carácter administrativas de manera efectiva, esto considerando que para poder brindar un servicio de educación de calidad es necesario resolver este tipo de limitantes tecnológicos. Al requerir de una tecnología que permita poder conectarse al mundo mediante red de internet se optó por la opción de usar una nueva tecnología brindada por una empresa extranjera, la misma que se encuentra disponible en cualquier lugar del Ecuador, refiriendo al uso de internet satelital expandido mediante uso de hardware profesional para ampliación inalámbrica de una red.



En el capítulo I se explica la problemática que se desea poder resolver haciendo uso de la implementación de un prototipo de arquitectura de red ampliado de manera inalámbrica que poseen la tecnología nueva del protocolo IEEE 802.11af con enrutador capa 3, por consiguiente, los objetivos: generales y específicos, la justificación, y el alcance de este proyecto.

En el capítulo II se plantea el marco teórico, donde se conceptualizan las definiciones teóricas, la argumentación o estándares usados para la comprensión y desarrollo del proyecto.

En el capítulo III se establecen las metodologías a utilizarse para el desarrollo del proyecto incluyendo aspectos tales como el análisis, desarrollo, e integración del prototipo; esto a referirse tanto a la parte de investigación para determinar el hardware adecuado para el desarrollo de este prototipo, también de la recolección de información concreta haciendo uso de encuestas, análisis técnico de tráfico de red, pruebas de velocidad de internet, auditoria de la infraestructura interna, entrevistas, simulaciones y pruebas piloto y revisión de registros y logs de red.

En el capítulo IV se explica la aplicación de las metodologías escogidas en su forma práctica, y como resultado el servicio final esperado, explicando en detalle el proceso de ingeniería implementado al prototipo de arquitectura de red ampliado de manera inalámbrica para la distribución del servicio de internet.

Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones, las que servirán de prueba respecto al cumplimiento de los objetivos planteados, permitiendo ser un modelo de arquitectura que permita replicarse en otras entidades, sean estas de tipo educativas en áreas rurales de nulo acceso a internet o pequeñas comunidades que esté en las mismas condiciones dentro de una parroquia del territorio ecuatoriano.

## **CAPÍTULO I. EL PROBLEMA**

A continuación, se describe el problema en donde la situación abarca al limitado acceso del servicio de internet en un área rural donde necesita una solución, la misma que permita que los miembros de la Unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista puedan disponer como medio de comunicación e informativo de la expansión inalámbrica del servicio de internet satelital para cada usuario administrativo o estudiante de dicha entidad.

### **UBICACIÓN DEL PROBLEMA EN UN CONTEXTO**

La manera en cómo los representantes de la Unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista pueden comunicarse de forma tecnológica dentro y fuera de la entidad, es dirigiéndose a una comunidad cercana la cual está aproximadamente a 45 minutos, haciendo uso de movilización particular, por lo cual actividades operativas y administrativas se ven afectadas en la unidad educativa.

Al no disponer de señal telefónica, celular, ni de internet que pueda usarse como medio comunicación, a los miembros de la institución educativa les impide poder realizar gestiones de manera efectiva y rápida, adicionalmente de poder ejecutar en su totalidad de sus actividades laborales diarias; donde es necesario disponer de un servicio de comunicación como lo es el internet por ser parte de sector estratégico-social como lo es el educativo.

Bajo este bosquejo del problema, la comunicación y actualización de información no es posible, puesto que no se cuenta con ninguna arquitectura de red que permita poder llevar a cabo una comunicación integral interna y externa la cual permita realizar sus actividades académicas con una completa ejecución de las actividades operativas, dando como resultado poco efectivo del flujo de la entidad.

Por lo mencionado anteriormente, la unidad educativa pretende que, mediante la implementación de la arquitectura de red ampliada inalámbricamente haciendo uso de internet




satelital, permita poder disponer de un medio de comunicación en cualquier momento, de manera interrumpida; así como de disponer de este servicio para poder estar conectados en tiempo real con el medio informativo haciendo uso de este tipo de tecnología.

## CAUSAS Y CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA

Para el análisis correspondiente, se aplicó la metodología de marco lógico, estableciendo el árbol de problema; el cual está compuesto de 3 elementos: las ramas constituidas por los efectos, el tronco que define el problema y las raíces que son las causas que originan el problema, formando así la estructura del árbol.

Teniendo como resultado de la metodología de marco lógico se pudo determinar el problema y sus relaciones causa y efecto, tal como se muestra en la siguiente figura 1.

**Figura 1.**  
*Árbol del problema*

<p><b>EFFECTOS</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes con acceso limitado a materiales educativos actualizados.</li> <li>• Retraso en la entrega de tareas y proyectos debido a la falta de recursos en línea.</li> <li>• Menor competencia digital entre estudiantes.</li> <li>• Retrasos en la gestión de matrículas y actualización de registros académicos.</li> <li>• Dificultades en la administración de recursos financieros y elaboración de presupuestos.</li> <li>• Problemas en la planificación y coordinación de eventos escolares.</li> </ul>
<p><b>PROBLEMA</b></p> 	<p>Comunicación interna entre el personal administrativo y docentes nula, así como dificultades en la comunicación externa con padres y autoridades educativas y uso nulo de videoconferencias y reuniones en línea.</p>
<p><b>CAUSAS</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión de internet no disponible.</li> <li>• Equipos de red insuficientes (conmutadores y puntos de acceso).</li> <li>• Falta de repetidores inalámbricos para ampliar la cobertura.</li> <li>• No uso de la red cableada disponible.</li> <li>• Falta de conocimientos en nuevas tecnologías de comunicación.</li> <li>• Falta de apoyo financiero de entidades gubernamentales o privadas.</li> <li>• Presupuestos limitados.</li> </ul>

**Nota.** Causas y efectos del problema identificado.

## **DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El presente estudio se centra en la problemática del acceso limitado a internet en la Unidad Educativa del Milenio, ubicada en la parroquia Colonche, comuna Limoncito, en la ciudad de Santa Elena, Ecuador. La investigación se desarrollará específicamente en esta institución educativa durante el período comprendido entre enero y diciembre de 2024. Este enfoque temporal y geográfico permitirá una evaluación detallada del estado actual de la infraestructura de red y la conectividad a internet, así como su impacto en la comunicación digital de la unidad educativa. Los sujetos de estudio incluirán a docentes, personal administrativo y operativo de la institución, excluyendo a personas externas a la misma. Se abordarán exclusivamente aspectos relacionados con la conectividad a internet y su influencia en la comunicación digital escolar, dejando fuera otros factores que podrían afectar la educación pero que no están directamente relacionados con la conectividad.

La investigación evalúa las tecnologías de conectividad inalámbrica disponibles en la unidad educativa que poseen por radio enlace, así como también de verificar de que se pueda hacer uso de la tecnología de señal de internet vía satélite, conmutadores y puntos de acceso según la infraestructura de la misma. Además, se hace uso de métodos cualitativos y cuantitativos para evaluar el alcance de la cobertura inalámbrica, encuestas de satisfacción para los beneficiarios finales, pruebas de velocidad de internet y de calidad del servicio, según el lugar, dentro de la unidad educativa donde se haga uso del internet inalámbrico. Al final los aspectos mencionados anteriormente son utilizados en la aplicación de esta solución tecnológica, permitiendo realizar una evaluación precisa y detallada del estado de conexión a internet en la Unidad Educativa del Milenio y permitiendo la identificación de posibles mejoras del prototipo del proyecto.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Unidad Educativa del Milenio, ubicada en la parroquia Colonche, comuna Limoncito, en la ciudad de Santa Elena, enfrenta serias limitaciones en su acceso a internet, lo cual afecta negativamente tanto el desempeño académico de los estudiantes como la eficiencia administrativa de la institución. En este sentido, lo más destacado es:

- La infraestructura de red no es suficiente para satisfacer las necesidades de la unidad educativa.
- Existen dificultades en la comunicación digital interna y externa de la unidad educativa.
- Se tiene acceso limitado a información actualizada de recursos en línea necesarios para la unidad educativa.

Teniendo en cuenta los puntos anteriores, se busca responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo afecta el acceso limitado a internet en la Unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista, a las actividades que involucran la comunicación digital de la unidad educativa, ¿y qué soluciones tecnológicas pueden implementarse para mejorar esta situación?

## EVALUACIÓN DEL PROBLEMA

A continuación, se indica los criterios seleccionados para la evaluación del problema:

**Tabla 1.**

*Criterios de evaluación del problema*

#	Criterios	Contextos
1	<b>Delimitado</b>	El problema se centra en la Unidad Educativa del Milenio en Colonche, Limoncito, Santa Elena, durante el año 2024, y aborda específicamente la conectividad a internet y su impacto en la comunicación digital.
2	<b>Claro</b>	La formulación del problema expone claramente las limitaciones actuales de acceso a internet y sus efectos negativos, sin ambigüedades.
3	<b>Relevante</b>	El acceso nulo a internet afecta crucialmente el desempeño académico de los estudiantes y la eficiencia administrativa, lo que es altamente relevante para el funcionamiento de la institución.
4	<b>Evidente</b>	Los retrasos en la gestión administrativa, la falta de acceso a materiales educativos en línea y las dificultades de comunicación son evidentes y pueden ser documentados fácilmente.
5	<b>Concreto</b>	La problemática se detalla con precisión, mencionando infraestructuras específicas (redes, conmutadores, etc.) y sus limitaciones, además de los servicios afectados (matrículas, comunicación, etc.).
6	<b>Identifica servicio esperado</b>	Se espera una mejora en la comunicación interna y externa en la unidad educativa, haciéndola más efectiva con la implementación de esta solución tecnológica.

**Nota.** Se exponen seis criterios compatibles con el problema que se presenta en este proyecto, juntos con sus respectivos contextos.

## JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

El acceso no disponible a internet en la Unidad Educativa del Milenio en Colonche, Limoncito, impacta negativamente tanto el desempeño académico de los estudiantes como la eficiencia administrativa de la institución. En un mundo digitalizado, la falta de acceso a recursos educativos en línea restringe las oportunidades de aprendizaje y desarrollo de competencias digitales, colocando a los estudiantes en desventaja respecto a sus pares con mejores recursos.

Además de afectar el aprendizaje, la conectividad limitada obstaculiza la eficiencia en la comunicación académica interna lo cual impacta la planificación escolar y la coordinación entre docentes, personal administrativo y autoridades educativas.

La comunicación digital se ve también afectada, dificultando así la comunicación efectiva entre el personal administrativo y el personal educativo, esto incluye también la interacción física y digital con los padres de familia ya que existen actividades como videoconferencias o reuniones en línea, las cuales son esenciales en la actualidad para el desarrollo efectivo del personal educativo.

Existen aspectos importantes que se podrían mejorar en la infraestructura de red junto con una buena calidad de internet en la Unidad Educativa, esto sería el poder implementar nuevas tecnologías, así como también demostrar su uso tales como la elaboración de productos finales con inteligencia artificial los cuales dependen mucho de una buena calidad de internet y de su estabilidad al estar conectados dentro de la entidad.

Llevando a analizar el proyecto a la parte socioeconómica, que se basa en poder ejecutar un prototipo de red privada con una propuesta de conexión a internet mediante el servicio de internet satelital, se promueve a que los beneficiarios tengan la posibilidad de exponer nuevas ideas y así se descubran nuevos talentos, llevando esto a más persona que podrían gozar de disponer este servicio, considerando que la inversión económica por disponer esta tecnología permite el desarrollo académico de los estudiantes especialmente.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo afecta el no tener acceso a internet en la Unidad Educativa el Milenio Cerezal-Bellavista, a las actividades académicas, ¿y cuáles son las soluciones tecnológicas efectivas para mejorar esta situación?

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el impacto de la falta de acceso a internet en la unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista ubicada en la ciudad de Santa Elena, en su comunicación interna digital y proponer la arquitectura de red privada con expansión inalámbrica como solución tecnológica usando internet satelital con tecnología IEEE 802.11 af.

### **Objetivos específicos**

1. Medir el estado actual de satisfacción de los usuarios de la Unidad Educativa frente a la falta de acceso a soluciones de comunicación digital y de internet.
2. Implementar la solución propuesta en la unidad educativa para la mejora en la comunicación digital interna con acceso a internet vía inalámbrica.
3. Determinar la viabilidad operativa de la solución tecnológica propuesta con la implementación de la infraestructura de red privada con expansión inalámbrica usando tecnología con protocolo IEEE 802.11 af.

## **ALCANCES DEL PROBLEMA**

1. Alcance Geográfico y Temporal: Esta investigación se enfoca específicamente en la Unidad Educativa del Milenio ubicada en Colonche, Limoncito, en la ciudad de Santa Elena, Ecuador. El estudio abarca un periodo temporal definido desde julio hasta diciembre de 2024, durante el cual se evaluará la situación actual de la conectividad a internet en la institución.
2. Alcance Académico y Administrativo: Esto abarca el impacto que tiene la falta de internet para poder realizar las actividades académicas y de administración dentro y fuera de la Unidad Educativa, esto incluye la revisión del desempeño académico de los estudiantes,



y la mejora en eficiencia laboral del área administrativa las cuales se ven limitadas a no disponer de recursos digitales durante el tiempo de los estudios académicos.

3. Alcance Tecnológico y de Infraestructura: Se evalúa la infraestructura de red de la propuesta a implementarse en la Unidad Educativa, en donde se podrá detectar posibles mejoras tanto en calidad, seguridad y alcance físico que se requiera para disponer de este recurso tecnológico. Además, se consideraría la replicación de este recurso a más áreas académicas de interés el cual permitan mejorar aspectos como la posibilidad de implementar más soluciones tecnológicas para la entidad.
4. Alcance Social y Comunitario: La implementación en marcha de este prototipo permitirá poder realizar un análisis que mida los efectos sociales a nivel de la comunidad Cerezal-Bellavista al disponer de acceso a internet en la Unidad Educativa del Milenio. Asimismo, permitirá analizar no solo a los estudiantes y personal educativo, sino también a los padres de familia y a otros miembros de la comuna o la parroquia, considerando que disponer de esta tecnología permitirá mejorar la calidad académica.

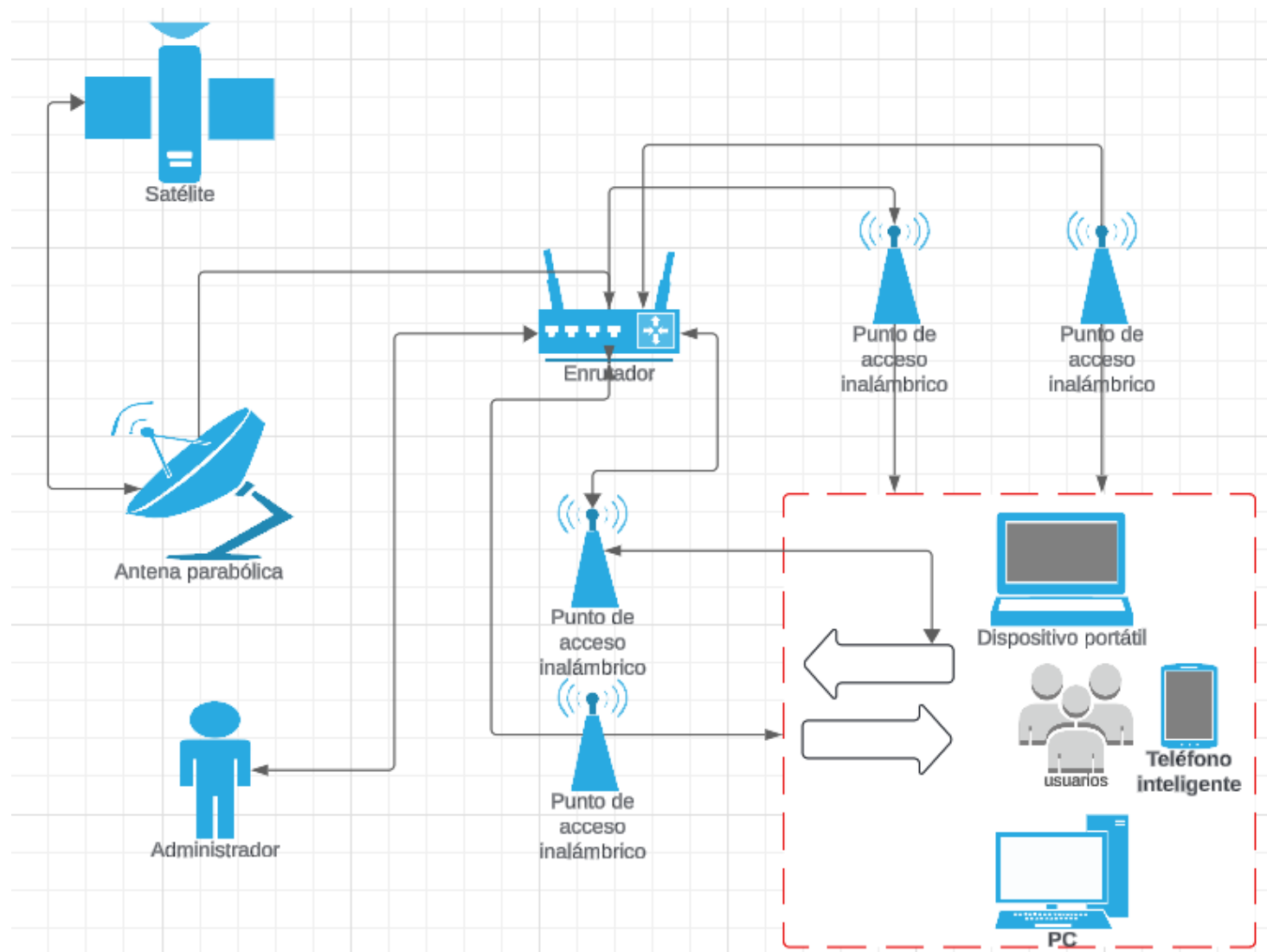
## **OPERATIVA DEL PROYECTO**

Para abordar la falta de acceso a internet en la Unidad Educativa del Milenio en Colonche, Limoncito, se implementará una operativa centrada en dos etapas clave. En primer lugar, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de la infraestructura física donde se ubicarán los equipos, evaluando aspectos de seguridad de los equipos de red como conmutadores, puntos de acceso y repetidores. Este diagnóstico técnico permitirá identificar las deficiencias y limitaciones que afectan la conectividad en el área, así como las posibles causas como configuraciones inadecuadas o interferencias de señal. Además, se realizará una evaluación financiera para determinar los recursos necesarios y la viabilidad económica de las mejoras tecnológicas propuestas.

Una vez completado el diagnóstico y la evaluación, se procederá con la implementación de soluciones específicas diseñadas para mejorar la conectividad en la institución educativa. Esto incluirá el uso de equipos modernos, los cuales minimizan las interferencias y el uso de tecnologías avanzadas para ampliar y mejorar la cobertura de internet como lo es la señal de 5 GHz. Y 2.4 GHz. De ser el caso, se establecerán también protocolos de monitoreo para poder evaluar las mejoras implementadas y realizar ajustes según sea necesario, creando así un entorno educativo con una mejor comunicación digital.

A continuación, se muestra el prototipo de la red privada en la siguiente figura:

**Figura 2.**  
*Esquema de prototipo de red privada*



**Nota.** Se muestra la conexión entre equipos de distribución cableada e inalámbrica de la arquitectura de red privada.

## CAPITULO II MARCO TEÓRICO

La falta de acceso a internet en áreas rurales y remotas llevaron al desarrollo de servicios de internet satelital dedicados. En esta breve introducción, se describen conceptos, definiciones que son parte del marco teórico correspondiente a la implementación de prototipo de arquitectura de red privada para la ampliación inalámbrica del servicio de internet en el colegio el Milenio de la comuna Cerezal-Bellavista.

Como referencia se usará la [figura 2](#), la cual muestra gráficamente los componentes: conexión a internet vía satelital, conmutación de la red, enrutamiento de la red, y expansión de red de forma inalámbrica.

### CONEXIÓN A INTERNET VÍA SATÉLITE

#### Origen del internet satelital

El origen del internet satelital se remonta a las primeras aplicaciones de comunicaciones satelitales en la década de 1960, cuando los satélites comenzaron a ser utilizados para la transmisión de datos. El lanzamiento del satélite "Syncom" 3 por la NASA en 1964, que proporcionaba la primera transmisión de televisión en vivo a través del Pacífico, marcó un hito importante en el desarrollo de la tecnología de comunicaciones satelitales. A medida que la tecnología avanzaba, los satélites comenzaron a utilizarse para aplicaciones de comunicación más diversas, incluyendo la transmisión de datos de internet. (Nasa, s. f.)

En los años 90, los avances tecnológicos y la demanda Network Systems lanzó su servicio DirecPC (más tarde conocido como HughesNet) en 1996, que fue uno de los primeros servicios de internet satelital para consumidores. Desde entonces, la tecnología ha continuado evolucionando, con la introducción de satélites de órbita baja (LEO) como los de la constelación Starlink de SpaceX, que prometen reducir la latencia y mejorar el acceso global a internet. (*Satellite communication | Definition, History, & Facts | Britannica*, s. f.)

## **¿Qué son los satélites de órbita baja (LEO)?**

Los satélites de órbita baja (LEO, por sus siglas en inglés) son satélites que orbitan la Tierra a altitudes que generalmente oscilan entre los 160 y 2,000 kilómetros sobre la superficie terrestre. Estos satélites son conocidos por su proximidad relativa a la Tierra en comparación con otros tipos de satélites, como los de órbita media (MEO) y los de órbita geosíncrona (GEO). Debido a su baja altitud, los satélites LEO tienen un tiempo de retraso menor en la transmisión de señales, lo que los hace ideales para aplicaciones que requieren baja latencia, como la transmisión de datos de internet, comunicaciones de voz y videoconferencias. Además, los satélites en órbita baja tienen la ventaja de ofrecer una mayor resolución y calidad en la toma de imágenes de la superficie terrestre, lo cual es beneficioso para la observación del medio ambiente, la meteorología y la vigilancia. Sin embargo, la cobertura geográfica de un solo satélite LEO es limitada, lo que implica la necesidad de una constelación de múltiples satélites para proporcionar una cobertura global continua. (Sebestyen et al., 2018)

## **¿Qué es Starlink?**

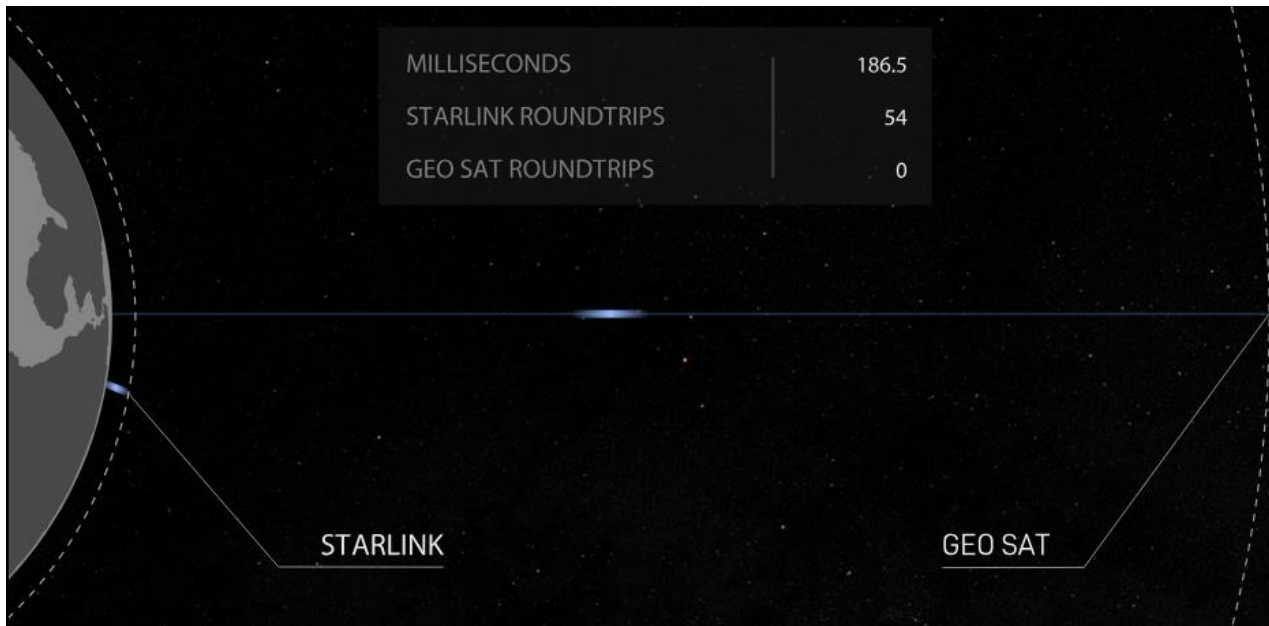
Starlink es una constelación de miles de satélites que orbitan el planeta mucho más cerca de la Tierra, a unos 550 km, y que cubren todo el globo terráqueo. Debido a que los satélites Starlink están en una órbita baja, la latencia es significativamente menor: alrededor de 25 ms en lugar de más de 600 ms. (*Starlink | Tecnología*, s. f.)

## **¿Cómo funciona Starlink?**

La mayoría de los servicios de internet satelital provienen de satélites geoestacionarios individuales que orbitan el planeta a 35 786 km. Como resultado, el tiempo que tardan los datos en viajar desde el usuario hasta el satélite y viceversa, también conocido como latencia, es alto, lo que hace casi imposible su uso para streaming, juegos en línea, realizar videollamadas u otras actividades de alta velocidad. (*Starlink | Tecnología*, s. f.)

### Figura 3.

Viaje de la señal satelital ida y vuelta medida en milisegundos



**Nota.** La figura muestra el tiempo que toma en viajar la señal satelital de ida y de vuelta en comparación a los satélites Starlink contra cualquier satélite geoestacionario. (*Starlink | Tecnología, s. f.*).

### Solución que ofrece el servicio Starlink

Esta solución es especialmente útil en áreas rurales o remotas donde no es viable instalar infraestructura de red que permitan el acceso a internet vía inalámbrica terrestre; 5G, LTE (4G), 3G, EDGE (2G), así como también el tipo de infraestructura de internet por cable o fibra óptica las cuales por limitaciones terreno (p. ej., montañas, desiertos y otras topografías) no permiten el acceso a este servicio. (*Starlink | Novedades, 2022*).

**Tabla 2.***Cuadro comparativo entre modelo de servicio satelital de órbita baja y geoestacionario*

Característica	LEO (Órbita Baja)	GEO (Geoestacionarios)
<b>Definición</b>	Satélites que orbitan a altitudes entre 500 y 2,000 km sobre la Tierra. Se mueven rápidamente y no permanecen en una posición fija.	Satélites que orbitan a una altura de aproximadamente 35,786 km sobre la Tierra. Permanecen en una posición fija relativa a la superficie terrestre.
<b>Latencia</b>	Baja (20-40 ms)	Alta (600-800 ms)
<b>Cobertura</b>	Menor por satélite individual, pero constelaciones cubren grandes áreas.	Amplia, cubriendo grandes áreas con un solo satélite.
<b>Capacidad de Datos</b>	Variable, a menudo con mayor capacidad debido a la mayor cantidad de satélites	Limitada, con toques mensuales en la mayoría de los servicios
<b>Costo de Lanzamiento y Mantenimiento</b>	Más bajo por satélite, pero requiere muchos más satélites para la cobertura global	Alto, debido a la complejidad y el tamaño de los satélites y la altura de la órbita
<b>Ejemplos de servicios actuales</b>	Starlink, Oneweb, Amazon Kuiper.	Hughesnet, Viasat, Inmarsat
<b>Ventajas</b>	Menor latencia, mayor capacidad de datos en áreas densamente pobladas. Actualizaciones y mantenimientos más fáciles.	Cobertura estable y amplia con pocos satélites. Menos satélites necesarios.
<b>Desventajas</b>	Necesidad de muchas estaciones terrestres. Cobertura desigual sin una constelación completa.	Alta latencia. Elevados costos de lanzamiento y mantenimiento.

**Nota.** Cuadro comparativo de servicios de internet satelital GEO y LEO. Fuente: Datos obtenidos de los sitios web de HughesNet, Viasat, Starlink y OneWeb.

## DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE RED

### Topología de red

La topología de red propuesta para este proyecto incluye una combinación de enrutadores, conmutadores y puntos de acceso para asegurar una cobertura inalámbrica eficiente. La estructura jerárquica de la red garantiza que haya redundancia y eficiencia en el enrutamiento de datos. (BASAGNI et al., 2013).

## **Componentes de la red**

Los componentes principales de la red incluyen enrutadores, conmutadores, puntos de acceso y repetidores inalámbricos. Los conmutadores de capa 3 permitirán la gestión de tráfico entre diferentes subredes, mientras que los puntos de acceso y repetidores extenderán la cobertura de la red inalámbrica. (Held, 1996).

## **Seguridad de la red**

La seguridad en el enrutamiento es crítica para proteger los datos y la integridad de la red. Se implementarán firewalls, sistemas de detección de intrusos y encriptación para asegurar que el tráfico de red esté protegido contra accesos no autorizados. (Stallings, 2017).

## **ENRUTAMIENTO EN REDES**

### **Definición y conceptos básicos**

El enrutamiento es el proceso mediante el cual los datos se envían desde una red a otra a través de enrutadores. Los enrutadores son dispositivos que determinan la mejor ruta para enviar paquetes de datos en función de varios criterios como la distancia, el costo y la velocidad en una red interna de computadoras. (Behrouz A., 2007)

### **Tipos de enrutamiento**

Existen dos tipos principales de enrutamiento: el enrutamiento estático y el enrutamiento dinámico. El enrutamiento estático se refiere a rutas que son configuradas manualmente y no cambian a menos que un administrador de red las modifique. El enrutamiento dinámico, por otro lado, utiliza protocolos que ajustan las rutas automáticamente en función de las condiciones cambiantes de la red. (TANENBAUM & WETHERALL, 2011).



## **Protocolos de Enrutamiento**

- Protocolos de enrutamiento interior (IGP): Los protocolos de enrutamiento interior son utilizados dentro de una sola red autónoma. Ejemplos de estos protocolos incluyen OSPF (Open Shortest Path First), que utiliza el algoritmo de Dijkstra para encontrar la ruta más corta, y RIP (Routing Information Protocol), que basa sus decisiones en el conteo de saltos. (Stallings, 2010)
- Protocolos de enrutamiento exterior (EGP): BGP (Border Gateway Protocol) es el principal protocolo de enrutamiento exterior utilizado en Internet. BGP permite que las distintas redes autónomas intercambien información de enrutamiento y establezcan rutas a través de diferentes sistemas autónomos. (Halabi, 2000)
- Protocolos específicos para redes inalámbricas: El protocolo IEEE 802.11af es una extensión de los estándares Wifi 5Ghz y 2.4 GHz que opera en la banda de televisión UHF, proporcionando una solución de conectividad eficiente en áreas rurales y remotas. Este protocolo es esencial para la implementación de redes inalámbricas de largo alcance. (Flores et al., s. f.).

## **Enrutadores de Capa 3**

### **Características de los enrutadores de capa 3**

Los enrutadores de capa 3 operan en la capa de red del modelo OSI y son capaces de realizar enrutamiento entre diferentes subredes. Estos enrutadores manejan tráfico basado en direcciones IP y utilizan tablas de enrutamiento para tomar decisiones sobre la mejor ruta para enviar los datos. (Kurose, 2023).

## CONMUTACIÓN DE UNA RED

### Conceptualización

La conmutación de red es el proceso de dirigir datos a través de una red, desde el origen hasta el destino. Este proceso es fundamental en la infraestructura de red, ya que determina la eficiencia y la velocidad de la transmisión de datos. Los conmutadores (switches) y los enrutadores (routers) son componentes esenciales que facilitan este proceso, permitiendo que los datos encuentren la ruta más eficiente a través de la red. (*What Is Network Switching?*, s. f.)

**Tabla 3.**

*Tipos de conmutación de red*

TIPOS	CONCEPTO
<b>CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS</b>	Utilizada principalmente en redes telefónicas tradicionales, esta forma de conmutación establece un camino dedicado entre el origen y el destino antes de que se realice la comunicación. ( <i>What is Circuit Switching (Circuit-Switched Network)?</i> , s. f.).
<b>CONMUTACIÓN DE PAQUETES</b>	Predominante en redes de datos modernas, esta técnica divide los datos en paquetes que se envían individualmente y pueden tomar diferentes rutas para llegar a su destino, donde se reensamblan. ( <i>What Is Network Switching?</i> , s. f.).
<b>CONMUTACIÓN DE CELDAS</b>	Utilizada en redes ATM (Asynchronous Transfer Mode), esta técnica transmite datos en celdas de tamaño fijo, lo que puede ser eficiente para ciertas aplicaciones. ( <i>Network Overview</i> , s. f.) .

**Nota.** La conceptualización se centra en el uso principal del tipo de conmutación.

### Componentes de la Conmutación de Red

- **Conmutadores (Switches):** Dispositivos que operan en el nivel 2 del modelo OSI, manejan la conmutación de paquetes dentro de una red local (LAN). (*What Is a Network Switch?*, s. f.)

- **Enrutadores (Routers):** Dispositivos que operan en el nivel 3 del modelo OSI, manejan el enrutamiento de paquetes entre diferentes redes. (*What is a Router? - Definition from Techopedia*, s. f.)
- **Puentes (Bridges):** Dispositivos que conectan dos o más segmentos de red, operando también en el nivel 2 del modelo OSI. (*What Is a Bridge in Computer Networking?*, s. f.)

**Tabla 4.**  
*Tecnologías de conmutación*

Tecnología	Descripción
<b>Ethernet y Fast Ethernet</b>	La tecnología de conmutación de red más comúnmente utilizada, que soporta velocidades de 10 Mbps y 100 Mbps respectivamente. («Fast Ethernet», 2024)
<b>Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Ethernet</b>	Proporcionan velocidades de 1 Gbps y 10 Gbps, respectivamente, y son cruciales para redes que manejan grandes volúmenes de datos. («Gigabit Ethernet», 2024)
<b>MPLS (Multiprotocol Label Switching)</b>	Una técnica de conmutación avanzada que dirige datos en la red utilizando etiquetas en lugar de direcciones de red largas, lo que puede mejorar la eficiencia y la gestión del tráfico. ( <i>What is MPLS - Multiprotocol Label Switching - Cisco</i> , s. f.)

**Nota.** Permite identificar las características principales de las diferentes tecnologías de conmutación.

### Comparación con enrutadores de capa 2

Mientras que los enrutadores de capa 3 toman decisiones basadas en direcciones IP, los dispositivos de capa 2, como los conmutadores, operan en la capa de enlace de datos y dirigen el tráfico basándose en direcciones MAC. Los enrutadores de capa 3 son esenciales para la comunicación entre redes diferentes, mientras que los conmutadores de capa 2 son más adecuados para la comunicación dentro de la misma red. (*Introduction to Networking*, 2024).

## EXPANSIÓN DE RED DE FORMA INALÁMBRICA

### Introducción a la Expansión de Redes Inalámbricas

La expansión de redes de forma inalámbrica se refiere al proceso de ampliar la cobertura de una red utilizando tecnologías inalámbricas para proporcionar conectividad a áreas donde las infraestructuras tradicionales son limitadas o inexistentes. Esta expansión es crucial en entornos rurales y remotos donde el acceso a internet es esencial para el desarrollo socioeconómico y la inclusión digital.(Forouzan, s. f.)

**Tabla 5.**  
*Tecnologías de expansión inalámbrica*

<b>Tipo</b>	<b>Característica</b>
<b>Wi-Fi (IEEE 802.11)</b>	Es la tecnología inalámbrica más común utilizada para la expansión de redes. Wi-Fi permite la transmisión de datos a alta velocidad en rangos limitados, y es ideal para entornos domésticos y de oficina.(TANENBAUM & WETHERALL, 2011)
<b>WIMAX</b>	Es una tecnología que proporciona acceso inalámbrico de banda ancha a larga distancia. Es particularmente útil para conectar áreas rurales y suburbanas donde la infraestructura de banda ancha tradicional es escasa. (Stallings, 2010)
<b>LTE y 5G</b>	Estas tecnologías móviles proporcionan acceso a internet de alta velocidad utilizando redes de telecomunicaciones celulares. La implementación de 5G promete mejorar significativamente la velocidad y la capacidad de las redes inalámbricas.(Kurose, 2023)
<b>ZigBee y otras tecnologías IoT</b>	Estas tecnologías están diseñadas para aplicaciones de baja potencia y baja velocidad de datos, como dispositivos de Internet de las Cosas (IoT). Son útiles para la expansión de redes en aplicaciones específicas como la agricultura inteligente y la gestión de recursos.(Held, 1996)

**Nota.** Diferentes tecnologías disponibles para expansión de redes a nivel inalámbrico.

## Protocolos y Estándares Inalámbricos

- Protocolo IEEE 802.11af: Este estándar opera en la banda de televisión UHF y permite la expansión de la cobertura inalámbrica en áreas rurales. La capacidad de utilizar frecuencias de televisión que no están en uso proporciona una opción eficiente para la conectividad en zonas con interferencias mínimas.(Flores et al., s. f.)
- Protocolo IEEE 802.11ac/ad/ax: Estos estándares proporcionan mejoras en la velocidad y la eficiencia del espectro en comparación con versiones anteriores, lo que permite una mayor capacidad y rendimiento en redes inalámbricas. (*Introduction to Networking*, 2024).

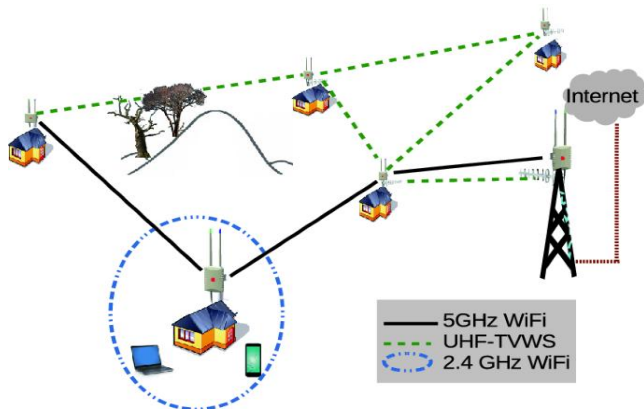
**Tabla 6.**

*Evolución de los estándares WLAN*

<b>Protocolo IEEE 802.11</b>	<b>Fecha de lanzamiento</b>	<b>Banda de frecuencia</b>	<b>Ancho de Banda</b>	<b>Rendimiento máximo</b>
11b	1999	2.4 GHz	22 MHz	11 Mbps
11 <sup>a</sup>	1999	5 GHz	20 MHz	54 Mbps
11g	2003	2.4 GHz	20 MHz	54 Mbps
11n (Wifi 4)	2009	2.4/5 GHz	20 y 40 MHz	600 Mbps
11ac (Wifi 5)	2013	5 GHz	20/40/80/160 MHz	6,8 Gbps
11ax (Wifi 6)	2019	2.4/5 GHz	20/40/80/160 MHz	9,6 Gbps
11ax (Wifi 6E)	2020	2.4/5/6 GHz	20/40/80/160/320 HZ	9,6 Gbps
11be (Wifi 7)	2024	2.4/5/6 GHz	20/40/80/160/320 HZ	46,1 Gbps

**Nota.** (Links, s. f.)

**Figura 4.**  
*Análisis experimental de señal 5Ghz y 2.4Ghz wifi y UHF*



**Nota.** La imagen permite identificar visualmente las limitaciones físicas de expansión de señal inalámbrica de los estándares del protocolo IEEE 802.11af.(Moerman et al., 2018).

## CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Puesto que el objetivo del trabajo de titulación nace de responder a una necesidad de resolver problemas y lograr resultados, el tipo de investigación a usarse para el tratamiento de los datos e información es de tipo cuantitativa. Al necesitar respuestas de una población objetivo y con esto evaluar el impacto de la falta de acceso a internet de la unidad educativa Milenio el nivel de investigación es de tipo descriptiva y de diseño no experimental ya que no habrá manipulación de variables independientes, permitiendo así recopilar información en un tiempo determinado para el posterior análisis respectivo.

Cuantitativa: es aquella investigación que se basa en mediciones numéricas, la que utiliza la observación para poder obtener los datos para así estos sean analizados, es decir, estos datos pueden ser cuantificables y medibles para lograr responder las preguntas de investigación. (Cortés & Iglesias, 2004).

Descriptiva: se identifica como descriptiva al buscar las características y rasgos importantes de una población como caso de estudio, obteniendo mediante la descripción de hechos o eventos mediciones importantes sobre dicha población. (Cortés & Iglesias, 2004).

No experimental: es no experimental al no haber intervención directa de la persona encargada del proyecto por las situaciones existentes en el caso de estudio, se observa los requerimientos de una población según su entorno actual para su posterior análisis. (Cortés & Iglesias, 2004).

Transversal: se determina el uso de este tipo de investigación porque la recolección de los datos es en un tiempo único o en un solo momento, poniendo como ejemplo el hecho de tomar una fotografía en un momento requerido, para luego analizar su incidencia y las variables de estudio para este caso. (Cortés & Iglesias, 2004)

## **POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **Población**

La población de estudio del presente trabajo de titulación está integrada por 5 personas como personal administrativo, 22 personas como docentes, 3 personas del área de mantenimiento, 3 personas de guardianía, 15 personas representantes del comedor haciendo un total de 48 beneficiarios.

La población: es la totalidad de personas o elementos que intervienen en el trabajo de titulación o investigación, es lo que se denomina la población objetivo donde se hace o termina haciendo alguna deducción. La población no siempre es posible estudiarla por lo tanto es necesario determinar la muestra a estudiar. (Cortés & Iglesias, 2004)

### **Muestra**

El tamaño de la muestra se define por los recursos disponibles en la entidad educativa Milenio, la muestra se selecciona de acuerdo al interés de la persona encargada del proyecto para poder obtener respuestas positivas que ayuden a cumplir los objetivos del estudio en donde no hay un muestreo que abarque probabilidades sino aciertos.

La muestra: es un subconjunto de la totalidad de una población que se selecciona para el estudio de una investigación o la realización de un trabajo de titulación, de la que se puede obtener información para su respectivo análisis y sobre el cual se hacen mediciones en base a las observaciones tomadas de las variables de investigación, dicho de otra manera, indica que el muestreo no probabilístico depende de lo que determine el encargado del trabajo de titulación, el cual decide de manera arbitraria o consciente de elementos se van a incluir en la muestra. (Cortés & Iglesias, 2004).



Según el criterio en donde la muestra se decide de manera arbitraria dependiendo el caso de estudio, siendo este de análisis cualitativo, se realiza el cálculo de la muestra haciendo uso de la fórmula matemática  $n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{E^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q}$ , esto en poblaciones finitas la que es ampliamente utilizada en la investigación estadística y de principios básicos de muestreo. (*Tamaño de la muestra. Qué es y cómo calcularla. | QuestionPro, s. f.*)

Bajo este principio se y considerando las variables a reemplazar en la fórmula matemática en la siguiente figura se detalla el cálculo realizado:

**Figura 5.**

*Cálculo cuando el valor de Z es del 95% de confianza con un porcentaje de error del 18% y el producto p y q es 0.5 para lograr alcanzar su valor máximo.*

$$n = \frac{(48 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5)}{(0.18^2 \times (48 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5)}$$

Solución

$$n = \frac{46.0992}{2.4832}$$

**Nota.** El porcentaje de error se escoge considerando al personal que hace uso permanente del servicio de internet, exceptuando al número de personas que son parte administrativa de la unidad educativa.

**Tabla 7.**

*Muestra de la población de la investigación + 2 del valor de la muestra calculada.*

Área/Personal	Muestra
Administrativo	02
Docente	10
Mantenimiento	01
Guardianía	01
Bar escolar	01
Representantes del comedor	5
<b>Total</b>	<b>20</b>

## Variables, definición y operacionalización

**Tabla 8.**

*Matriz de variables a operar*

<b>Variables</b>	<b>Definición Operativa</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Categorías o Valorización</b>
Diseño de la red WLAN	Se usa la técnica de la encuesta y como instrumento se usa un cuestionario de preguntas cerradas: Si o no.	Nivel de satisfacción de la red inalámbrica implementada en la unidad educativa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conectividad de internet.</li> <li>- Velocidad de internet.</li> <li>- Cantidad de usuarios permitidos.</li> <li>- Saturación de red.</li> <li>- Una sola red.</li> <li>- Puntos de acceso.</li> </ul>	Nominal	Si = 1, No = 0.
Rendimiento y cobertura de la red WLAN	Se usa la técnica de la encuesta y como instrumento se usa un cuestionario de preguntas cerradas: Si o no.	Nivel de satisfacción de la implementación del prototipo con cobertura a áreas principales de la unidad educativa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confiabilidad de la red.</li> <li>- Cantidad de subredes internas.</li> <li>- Menor latencia.</li> <li>- Autenticación de red.</li> </ul>	Nominal	Si = 1, No = 0.

## **TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La técnica usada para poder desarrollar la presente investigación para recolectar la información proveniente de una muestra de un total de la población es a través del uso de la encuesta y se usó como instrumento un cuestionario de preguntas dirigidas a los empleados y personal administrativo de la Unidad Educativa Cerezal-Bellavista Milenio.

Encuesta: Es el método que permite recopilar información del objetivo de estudio, el cual permite el análisis de los hechos, se basa en un inventario de preguntas en cuyo contexto se inscribe de manera empírica el problema que se estudia (Ocampo, 2020).

Cuestionario: es una técnica de recolección de datos que nos permite la obtención de respuestas a preguntas previamente diseñadas que son relevantes para la investigación y que son aplicadas a la muestra (Ocampo, 2020).

### **Método de análisis de datos**

Para obtener información que permita evaluar el impacto de satisfacción de los beneficiarios, antes y después de disponer del servicio del prototipo planteado y ejecutado en la unidad educativa, se formuló un cuestionario en primera instancia de 5 preguntas cerradas dicotómicas que son coherentes con el objetivo de la investigación, por lo cual se realizó dos encuestas haciendo uso de formularios de Microsoft (Microsoft Forms) en forma virtual, compartidas vía enlace con la aplicación de WhatsApp. Una vez obtenidas las respuestas a las preguntas se procedió a acceder a los datos para posterior exportarlos en una hoja de Excel de Microsoft Office para analizar los resultados y así elaborar las tablas y los resúmenes de las dimensiones.

## RESULTADOS

### ESCENARIO 01: ANTES DE DISPONER DEL SERVICIO DE INTERNET SATELITAL. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SATISFACCIÓN DE LA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA POR RADIO ENLACE.

**Tabla 9.**

*¿Está satisfecho con la red Wifi que utiliza internet recibido por radio enlace?*

Alternativas	n	%
Si	8	40,00
No	12	60,00
Total	20	100,00

**Nota.** De la muestra de 20 personas que son parte de la unidad educativa el 60% no está satisfecho con la red wifi replicada con internet radioenlace, mientras que el 40% si se encuentra a gusto con dicha red.

**Tabla 10.**

*¿Considera que la velocidad del internet mediante radio enlace es rápida?*

Alternativas	n	%
Si	6	30,00
No	14	70,00
Total	20	100,00

**Nota.** De la muestra se puede determinar que el 70% indica que el internet no es rápido y el 30% que si es el adecuado en velocidad.

**Tabla 11.**

*¿Cree que el alcance de la red por radio enlace cubre al menos el 50% del área de la unidad educativa?*

Alternativas	n	%
Si	10	50,00
No	10	50,00
Total	20	100,00

**Nota.** De la muestra se puede determinar que la mitad de los encuestados indica que el 50% de la red wifi llega a toda la Unidad Educativa.

**Tabla 12.**

*¿Se puede navegar con normalidad en la red con radio enlace?*

Alternativas	n	%
Si	11	55,00
No	9	45,00
Total	20	100,00

**Nota.** Se muestra visualmente que el 55% de los encuestados si puede navegar con normalidad mientras el 45% indica que no puede trabajar.

**Tabla 13.**

*¿Cree que la red por radio enlace ofrece estabilidad y seguridad?*

Alternativas	n	%
Si	9	40,00
No	11	60,00
Total	20	100,00

**Nota.** El 40% de los encuestados de la muestra indica que si se sienten seguros y estables con la red wifi mientras el 60% indicaron que la red Wifi no es estable y segura.

## ESCENARIO 02: DESPUÉS DE DISPONER DEL SERVICIO DE INTERNET SATELITAL. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SATISFACCIÓN DE LA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA POR VIA SATELITAL.

**Tabla 14.**

*¿Está satisfecho con la calidad del servicio de la red actual con internet satelital?*

Alternativas	n	%
Si	20	100,00
No	0	0,00
Total	20	100,00

**Nota.** Según la encuesta el personal que probó la nueva expansión inalámbrica de internet se encuentra 100% satisfecho en calidad de servicio.

**Tabla 15.**

*¿Está satisfecho con la cobertura de la red inalámbrica actual con internet satelital?*

Alternativas	n	%
Si	17	85,00
No	3	15,00
Total	20	100,00

**Nota.** El 85% de los encuestados indica que la cobertura se ha expandido más y un 15% que no hay mejoras en este aspecto.

**Tabla 16.**

*¿Considera que la red actual ha mejorado en la unidad educativa?*

<b>Alternativas</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Si</b>	14	70,00
<b>No</b>	6	30,00
<b>Total</b>	20	100,00

**Nota.** El 70% de los encuestados indica que ha mejorado el servicio de internet en la Unidad Educativa. El otro 30% indica que no verá mejoras.

**Tabla 17.**

*¿Considera que la velocidad del internet ha mejorado con la red actual?*

<b>Alternativas</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Si</b>	20	100,00
<b>No</b>	0	0,00
<b>Total</b>	20	100,00

**Nota.** El 100% de los encuestados correspondiente a 20 personas indica que la velocidad de internet vía satelital es más rápida que la de radio frecuencia.

**Tabla 18.**

*¿Considera que la red actual ofrece estabilidad y seguridad?*

<b>Alternativas</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Si</b>	18	89,00
<b>No</b>	2	11,00
<b>Total</b>	20	100,00

**Nota.** Se puede determinar que el 89% de los encuestados se siente más seguros al conectarse a una red de este tipo. A diferencia del 11% que indica que no puede haber estabilidad y seguridad de red.

## **EVALUACIÓN**

El objetivo general en este proyecto e investigación fue proponer es la evaluación de impacto de una mejor solución de acceso a internet usando una red privada de red inalámbrica local -WLAN a la unidad educativa Milenio de Santa Elena 2024, usando internet satelital.

En lo que compete a el escenario 01: Se midió mediante encuesta el nivel de satisfacción de la red de área local inalámbrica que tenían anteriormente, en la tabla 9 se puede observar que el 60% de la muestra no se sentía satisfecha con dicho servicio el cual está siendo usado solo por personal administrativo.

En lo que compete a el escenario 02: Se midió el grado de satisfacción de la muestra una vez que se probó la habilitación del servicio de internet mediante internet satelital por lo que para poder llevar a cabo el prototipo por un tiempo determinado se indicó al representante de la Unidad Educativa se proceda con la formalización del servicio por 30 días para poder evaluar el servicio, por lo que se procede a realizar una visita a el Distrito de Educación Santa Elena para que permita le ejecución del prototipo durante el tiempo indicado.

## **CAPÍTULO IV PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Considerando los resultados obtenidos en la presente investigación para la aplicación de esta solución, se plantea mejorar la recepción de internet mediante el uso de tecnología de internet satelital la cual permitiría hacer uso de la esta nueva tecnología de conexión a internet para sitios rurales donde no se dispone de acceso a señal celular ni de internet.

Este tipo de tecnología, se enfoca a realizar una expansión inalámbrica de este servicio haciendo uso de la Wifi 6 el cual usa protocolo 802.11af POE, teniendo en cuenta que la expansión es en cruz, considerando norte, sur, este y oeste desde el edificio principal de la unidad educativa para una mejor replicación de señal inalámbrica llegando a abarcar aproximadamente unos 250 m cuadrados.

De acuerdo a los objetivos planteados para el rediseño de la red, se hará uso de dos fases: instalar y configurar la antena de Starlink, el enrutador capa 3 (Mikrotik) junto con los puntos de acceso, y evaluar el rendimiento del prototipo de red inalámbrica.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se presenta la propuesta del prototipo a desarrollarse al Distrito de Educación del cantón Santa Elena para que pueda ejecutarse el proyecto en la Unidad Educativa Milenio, con esto se adjunta el oficio de aprobación por parte del distrito en el [Anexo 1](#) del presente documento.

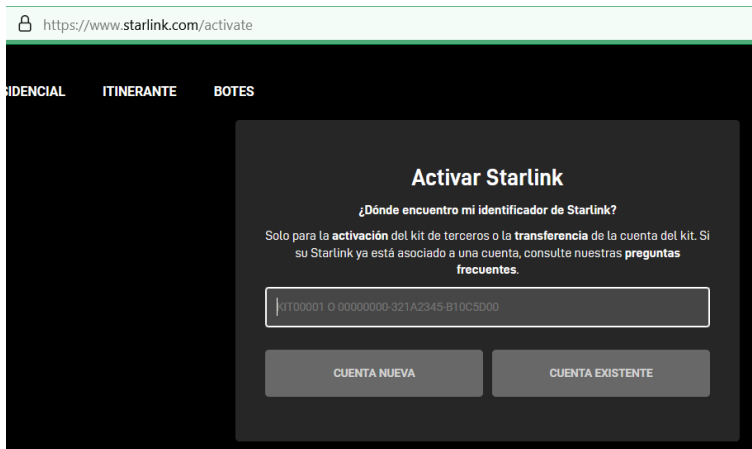
### **ASPECTO A CONSIDERAR PREVIO A LA INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL PROTOTIPO**

El primer paso a realizarse es de ACTIVAR la antena adquirida del proveedor directo o de un tercero desde la página web <https://www.starlink.com/activate> . Al entrar en la página nos pedirá el número de serie el cual se encuentra en la caja de la antena y con este podremos crear nuestra cuenta oficial la cual activará el servicio eligiendo el servicio que se desee; esto



corresponde a los planes disponibles en velocidad de navegación y ubicación de la antena (fija o móvil).

**Figura 6.**  
*Digitación de número de serie para activación de antena*



**Nota.** La activación se la realiza solo desde la página web.

**Figura 7.**  
*Planes disponibles de internet desde los \$45 más impuestos del país*



El prototipo que permite el acceso de internet a un lugar en donde no se posee si quiera acceso de señal celular, **requiere de una pre instalación y configuración en un sitio donde se pueda tener acceso a internet.** El primer dispositivo a configurar es la antena de internet satelital el cual permite su configuración vía aplicación móvil, en donde hasta el momento del

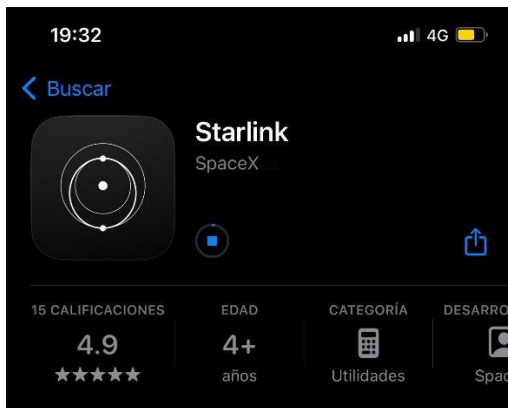
desarrollo de este proyecto, dispone para la descarga e instalación de su aplicación desde las tiendas oficiales de las plataformas desarrolladas en IOS y ANDROID.

## INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL PROTOTIPO DE ARQUITECTURA DE RED PRIVADA

En esta etapa se hizo la instalación física de la antena Starlink desde un lugar donde se tenía acceso a internet ya que para el tener el servicio de internet proveniente de la antena era necesario configurarla desde su aplicación móvil.

### Figura 8.

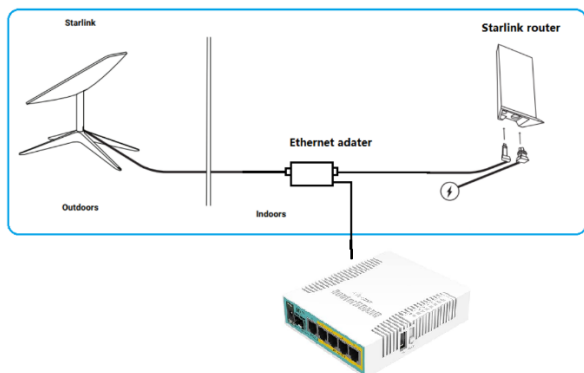
*Descargando aplicación móvil desde la tienda oficial de IOS*



**Nota.** La aplicación pesa 185.1 Mb. Aproximadamente.

Una vez instalada la aplicación móvil los parámetros iniciales son de conectar los cables de corriente, adaptador de red, enrutador Starlink y enrutador Mikrotik para verificar presencia de internet tanto por cable como inalámbrica.

**Figura 9.**  
*Imagen visual de configuración física inicial*



Al conectar la fuente de alimentación la cual sale del enrutador de Starlink, la antena comienza a moverse y emite señal Wifi con nombre SSID “Starlink”. Nos conectaremos en esta red inalámbrica para así seguir un paso a paso que permite la configuración inicial de la antena. La antena busca la mejor ubicación de los satélites la cual tiene que estar despejada para poder funcionar sin interrupciones desde cualquier lugar del Ecuador. Esto considerando que **el plan estándar de este servicio permite hacer re ubicaciones de la antena**, actualizando las coordenadas desde la página web ingresando con correo y contraseña solicitada anteriormente.

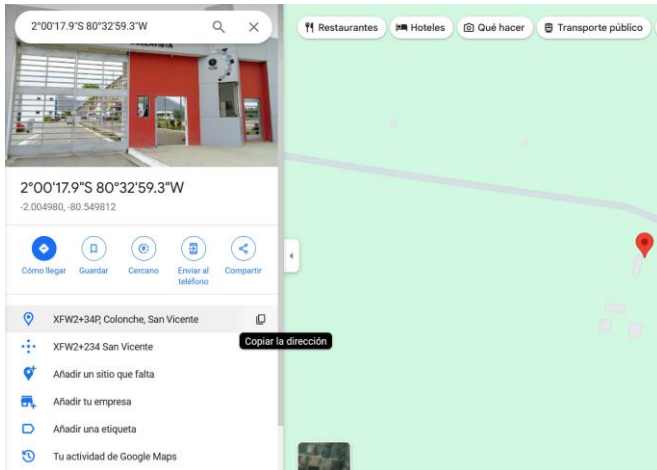
Para poder disponer en detalle el paso a paso indicado anteriormente se puede dirigir al [anexo 2](#) de esta documentación con nombre Configuracion\_Inicial\_Starlink.pdf.

## **PUESTA EN OPERACIÓN**

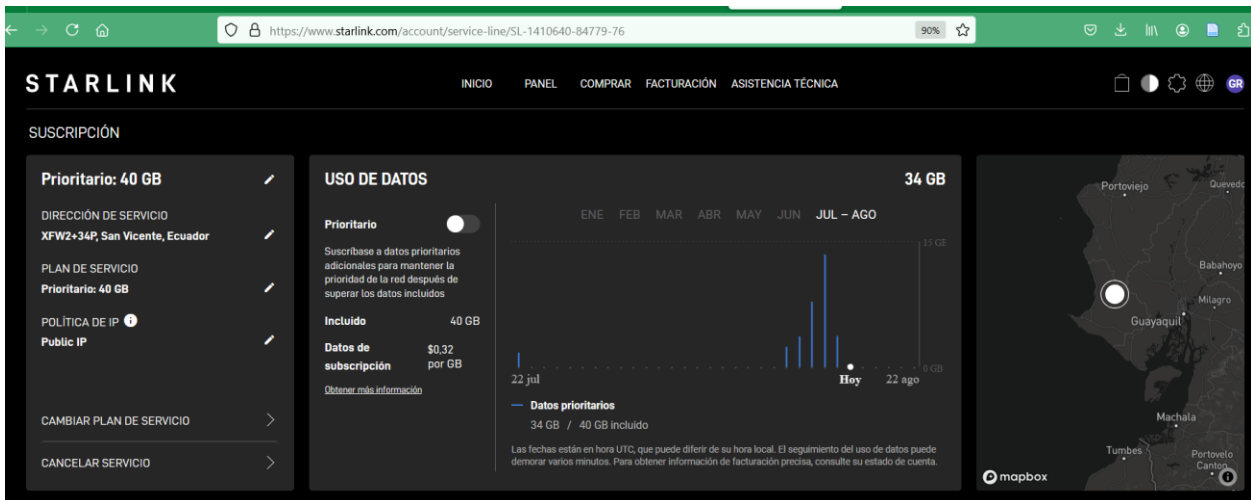
### **Instalación y configuración de antena de internet satelital Starlink**

Al verificar que el servicio de internet se encuentra funcionando en el área de configuración inicial se procede a modificar la ubicación real donde usaremos el servicio. Esto lo realizaremos desde nuestra cuenta en la página oficial de Starlink <https://www.starlink.com/account/home> . Los datos los cuales solicitará es la dirección en cruz GPS de Google.

**Figura 10.**  
*Coordenadas reales de la Unidad Educativa del proyecto*



**Figura 11.**  
*Modificación desde la página web de las coordenadas de dirección GPS*



**Nota.** La actualización de dirección de servicio se realiza en aproximadamente 2 horas luego de modificada desde la página web.

Luego del análisis técnico que corresponde a evaluar la correcta ubicación de la antena y demás dispositivos que se usan en el proyecto, se procede a realizar la instalación física de los mismos considerando que LA DISTANCIA ENTRE EL ENRUTADOR STARLINK Y LA ANTENA tiene que ser de máximo 25 metros, esto por la limitante de fábrica de este dispositivo.

**Figura 12.**

*Instalación de la antena en la terraza del edificio principal de la unidad educativa*



**Nota.** Se colocó una base hierro para evitar la base original consuma humedad y cause algún tipo de problema eléctrico.

**Figura 13.**

*Verificación desde la aplicación móvil de Starlink que la ubicación de la antena no tiene obstrucciones*



**Nota.** La ubicación física se la hace en lugar despejado. La antena sola se mueve para ubicar la mejor posición desde la terraza.

#### **Figura 14.**

*Instalación física de enrutador Starlink para expansión cableada hacia el enrutador Mikrotik*



**Nota.** El enrutador inalámbrico por defecto de Starlink, trae solo el conector USB el cual suministra energía a la antena y permite compartir localmente internet inalámbrico. Se adquirió este adaptador el cual permite disponer de internet por cable.

#### **Instalación y configuración de enrutador Mikrotik**

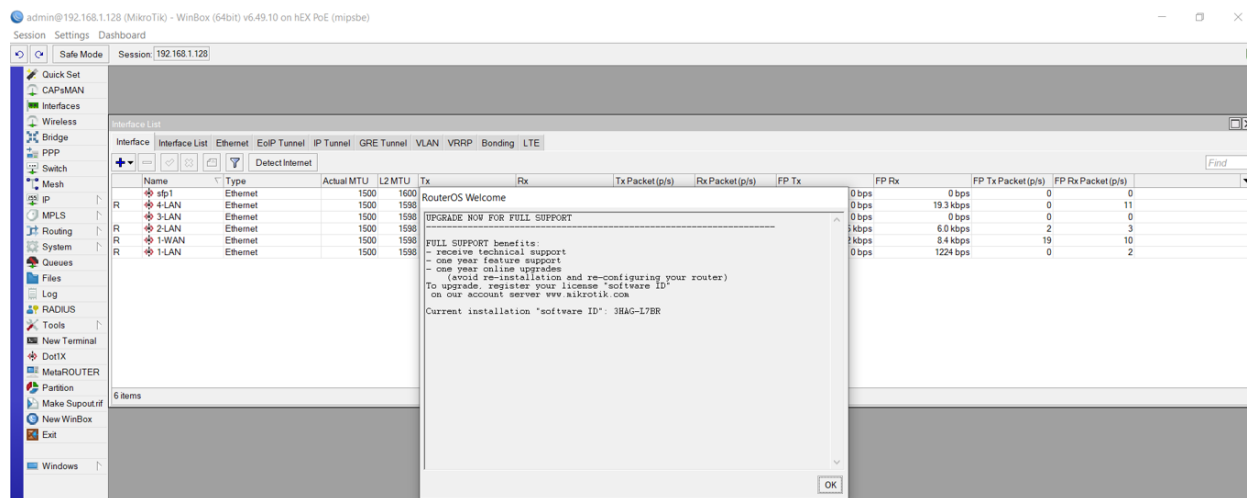
Luego de instalada y configurada la antena de internet satelital se podrá disponer de este servicio, se procede a configurar el enrutador en donde se tendrá en consideración como punto principal la distribución de cuatro subredes la cuales están divididas por los cuatro puntos de distribución inalámbrica que se realizarán posteriormente, esto es por puntos cardinales: norte, sur, este y oeste.

Las subredes que se crearán se distribuirán por los puertos LAN POE del enrutador las cuales alimentarán de energía a los puntos de acceso, así como también de datos para la distribución del internet satelital. Por cuestiones de seguridad se indicará en este documento que las subredes serán de tipo C, esto corresponde a la configuración 192.168.x.x.

Además de esta configuración se crea regla de consumo de ancho de banda en donde cada puerto LAN POE distribuirá un ancho de banda de 60 Mb/s , esto considerando la velocidad de internet promedio de carga y descarga el cual corresponde a 200 Mb/s .

**Figura 15.**

*Configuración de Mikrotik para la administración de 4 redes inalámbricas distintas para abarcar un máximo de 200 personas por cada punto cardinal: Norte, sur, este y oeste*



**Nota.** El Mikrotik viene con 5 puertos LAN por lo que el primero se lo configura por DHCP CLIENT para que poder recibir el internet por cable proveniente de la antena satelital. Los demás puertos son DCHP SERVER el cual suministra 200 IPs para no saturar los puntos de acceso.

Las configuraciones adicionales y necesarias a realizarse tales como direccionamiento IP, DCHP cliente y servidor, puente (bridge), DNS, de seguridad o firewall y control de flujo de internet o QOS se las puede consultar en el [anexo 3](#) de este documento.

### **Instalación y configuración de puntos de acceso inalámbrico Grandstream**

La instalación física requiere de conectar por cable de red UTP categoría 6 directamente a alguno de los puertos LAN del enrutador mikrotik. Este le asignará una dirección IP dinámica la cual luego de identificada con un lector de redes (Ej.: IP scanner), se hará la respectiva configuración vía web donde en el “login” solicitará los parámetros por defecto que corresponden a el usuario “admin” y como contraseña la dirección MAC de cada uno de los puntos de acceso.

**Figura 16.**

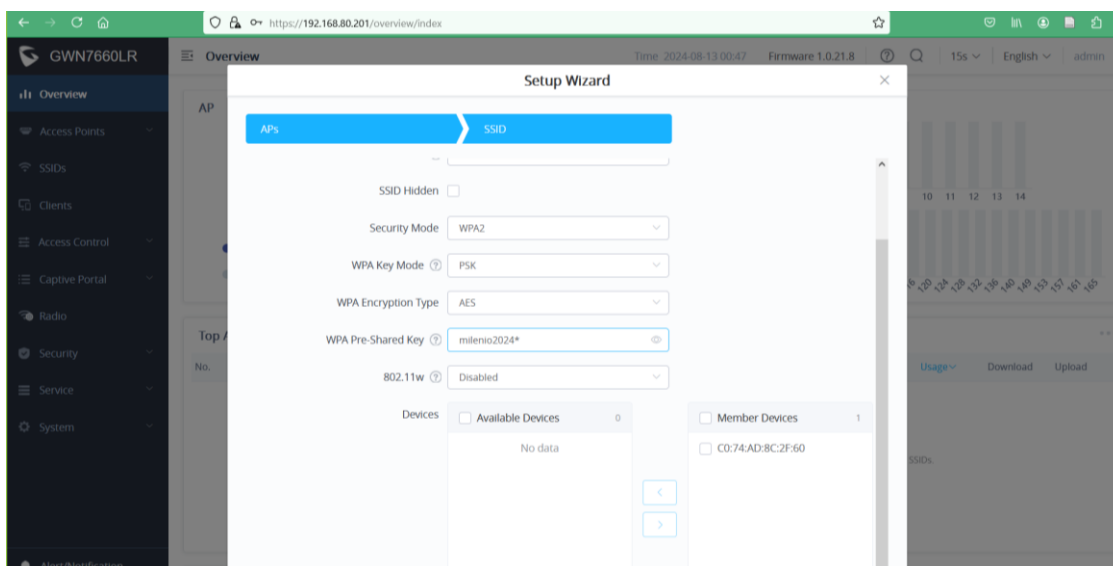
*Instalación física de puntos de acceso Wifi 6 802.11af en una primera ubicación que permita la expansión inalámbrica a puntos norte, sur, este y oeste*



**Nota.** Los puntos de acceso son de tipo POE por lo que necesitan de suministro de energía solo por cable UTP cat. 6 con una fuente de alimentación Mikrotik de 48 Voltios 0.5 Amperios.

**Figura 17.**

*Uso de la parametrización para la configuración rápida de los puntos de acceso*



**Nota.** Esta configuración se realizó a las 4 antenas para replicación inalámbrica wifi 6 identificándolas por los puntos cardinales: norte, sur, este y oeste.

Se considera la configuración básica de estos dispositivos para replicación inalámbrica Wifi por lo que si se desea ampliar la misma puede hacerse las consultas requeridas en el [anexo 4](#). En este anexo se encuentra una guía detallada de configuración de estos dispositivos.



### Figura 18.

Visualización de SSIDs o señales wifi creadas para el proyecto



**Nota.** La intensidad depende del punto donde se encuentre, los cuales abarcan aproximadamente 250 m2. Del edificio principal de la unidad educativa.

### Figura 19.

Test de velocidad desde un celular iPhone conectado a nueva red inalámbrica creada



**Nota.** A pesar de la baja intensidad de señal (más de 250 metros) la velocidad marcada es de un promedio de 60 a 70 Mbps.

**Figura 20.**

*Testeo de velocidad desde un dispositivo cerca del alcance del área del personal administrativo de la unidad educativa*


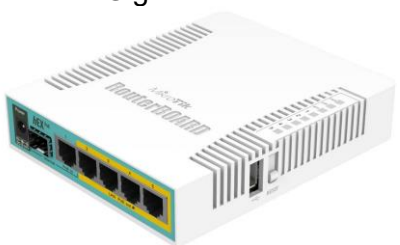



**Nota.** Testeo tomado desde dispositivo celular conectado directamente a red inalámbrica del enrutador de Starlink.

## COSTOS DEL PROYECTO

**Tabla 19.**

*Listado y precios en dólares de equipos de la red privada inalámbrica.*

<b>Equipos y materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unidad</b>	<b>Costo Total.</b>
Antena Starlink 	1	550	550
MikroTik Router hEX PoE RB960PGS 5 Puertos Gigabit Ethernet Router. 	1	70	70
Starlink 01560575-001 adaptador Ethernet para red externa con cable, negro. 	1	30	30
Grandstream Networks Outdoor Long Range 802.11af Wave-2 Punto de acceso Wi-Fi (GWN7600LR)	4	135	540
Caja cable UTP cat. 6	1	55	55
Conectores RJ45 cat. 6	10	1.50	15
Canales	2	3	6
Material de ferretería (poste de metal y base de antena)	1	50	50
Regulador de voltaje	1	25	25
Mano de obra (2 días de trabajo)	2	150	300
Contrato mensual de servicio de internet	1	60	60
Gastos por transporte de equipos (2 visitas)	2	50	100
Costo por importación 10 lb.	10	10	100
<b>TOTAL</b>			<b>1871,00</b>

## Figura 21.

### Proforma de servicio de un tercero por 2 años de contrato

<b>puntonet</b> empresas	INSPIRADOS EN TI	<b>Propuesta Servicio Puntonet Space</b>	Vrf: 01 Fecha: Dic
-----------------------------	---------------------	--	-----------------------

#### OFERTA

El **Puntonet Space** se comercializa por medio de **planes de navegación de Internet de capacidad limitada** de pago mensual, en los cuales no se garantiza una velocidad mínima.

Los planes de navegación de Internet de capacidad limitada tienen una mayor prioridad de navegación respecto de los planes residenciales.

Tiempo de permanencia es igual al tiempo del contrato.

<b>puntonet</b> empresas	Orden de Instalación de Servicio		Vrf: 01 Fecha: Dic					
	REG VNC 01 002							
RAZÓN SOCIAL:	SERVICETEC							
NOMBRE:	MICHAEL MERCHAN							
CONTACTO:	merchan@stb.com							
FECHA:	15 de Agosto del 2024	CALIFICACIÓN:	A					
NOMBRE DEL PLAN:	Internet Subtotal							
ELABORADO POR:	JUAN JOSE OLVERA   0997092953							
ORIGEN	DESTINO / CLIENTE PROFESIONAL/INTERNACIONAL	SERVICIO	ULTIMA MALLA/RED DE ACCESO	ANCHO DE BANDA	VALOR DE INSTALACION	RENTA MENSUAL	CONDOM NET PLUS	CONTRATO A FACTURAR
PUNTONET	SERVICETEC	INTERNET	SPACE	1 TB	\$ 300,00	\$377,89		
TOTAL					\$ 300,00	\$ 377,89		
NOTA: VALOR DE INSTALACION PREVIA INSPECCION - PARA VALIDAR MATERIALES ADICIONALES QUE SEAN NECESARIOS PARA LA INSTALACION, COSTO DE PASAJES O MOVILIZACION QUE DEBAN SER COTIZADOS TIEMPO DE CONTRATO: 2 AÑOS								

Los Precios no incluyen IVA\*

Políticas de Precios.

- Los valores antes detallados son fijos.

**Nota.** Valor aproximado por 2 años es de \$9348,00 dólares haciendo uso del servicio por parte de este proveedor.

## ANÁLISIS DE VIABILIDADES

### Viabilidad tecnológica

Rediseñar la red inalámbrica WLAN de la Unidad Educativa Milenio responde a poder mejorar los servicios de comunicación digital de dicha entidad para el área administrativa, logística y estudiantes por lo que, para las condiciones técnicas, los dispositivos de puntos de acceso 802.11af permitirán mejorar los aspectos de conexión inalámbrica. Se tiene en cuenta la evaluación mediante encuestas de satisfacción de los beneficiarios el cual están en el [anexo 5](#) de este documento.

## **Viabilidad operacional**

La implementación de nuevos puntos de acceso inalámbrico con enrutadores de doble banda, conforme al rediseño propuesto, contribuirá a optimizar la capacidad operativa de la red inalámbrica, proporcionando una mayor cobertura, mejor desempeño, y una eficiencia superior. Además, al segmentar la red WLAN en subredes utilizando los puertos WAN de los enrutadores, se reducirá la cantidad de direcciones IP requeridas por los módems que proveen el servicio de internet, lo que resultará en una red más ágil. Estas subredes, al gestionar sus propias direcciones IP, permitirán una distribución más eficiente del internet satelital a través de conexiones inalámbricas.

## **Viabilidad económica**

La nueva infraestructura es factible desde una perspectiva económica, brindando ventajas a los usuarios al ofrecer una red inalámbrica más accesible, lo que facilitará el acceso a internet en sus dispositivos móviles. Además, esta mejora contribuirá a sociedad educativa para que en base a este nuevo tipo de tecnología permita evaluar y propuestas por nuestros estudiantes. Ya que los padres de familia en representación de los estudiantes preferirán estar en la unidad educativa para el estudio debido a la calidad superior del servicio de internet SIN CONTRATOS de terceros.

## CONCLUSIONES

El estudio ha demostrado que es factible implementar servicios de internet satelital utilizando la tecnología Starlink en cualquier región del país, particularmente en comunidades de alrededor de 200 personas. Esta solución no solo ofrece comunicación digital, sino que también tiene un impacto positivo significativo, especialmente en entornos educativos. A través de encuestas, se identificó que el 60% de los encuestados en una población de 48 personas expresó insatisfacción con la falta de un servicio de internet confiable, ya que anteriormente dependían de radioenlaces en lugar de tecnología satelital. Luego de implementada la propuesta tecnológica se pudo determinar el grado de satisfacción de los beneficiarios en un 100% en una muestra de 20 personas, cumpliendo así con el primer objetivo específico del "TIC".

Se implementó la solución propuesta en la unidad educativa, mejorando la comunicación digital interna, y se comprobó la viabilidad operativa del prototipo de red privada con expansión inalámbrica, utilizando la tecnología IEEE 802.11af de capa 3. La aplicación del servicio fue posible gracias a la adquisición del enrutador Mikrotik POE y los puntos de acceso WiFi 6, que se dividieron en cuatro redes tipo C, cumpliendo así con el siguiente objetivo específico del "TIC".

Se realizó evaluaciones textuales para la determinar las viabilidades operacionales del proyecto en donde se enfrentó a una limitante en cuanto a la disponibilidad de más antenas, cuyo proceso de importación a Ecuador puede tardar entre 20 y 30 días. A pesar de esta limitación, la implementación fue exitosa y sin contratiempos mayores, gracias al conocimiento técnico de redes y en comunicaciones requerido para el proyecto en la Unidad Educativa Milenio del cantón Santa Elena. Es así que se cumple con el ultimo objetivo específico del proyecto "TIC".

## RECOMENDACIONES

Como recomendación se indica llevar a cabo un análisis económico el cual permita evaluar el costo beneficio de disponer de esta tecnología el cual permite tener internet vía satelital en la Unidad Educativa. Este análisis debe considerar los costos iniciales para la adquisición de equipos y su instalación, así como también los beneficios a largo plazo, incluyendo posibles nuevas propuestas de otros proveedores de servicio que implicaría a mejorar especialmente los costos operativos y de mantenimiento de los equipos.

También se recomienda capacitar al personal técnico local en la gestión y mantenimiento de la infraestructura física de la red inalámbrica puesta en marcha, así como también del monitoreo, ya que esto garantizaría que la solución tecnológica no se vea afectada al transcurrir el tiempo, reduciendo la dependencia de soporte técnico externo y aseverando una respuesta rápida ante posibles fallas.

Dado que la implementación de la solución tecnológica vía inalámbrica en la Unidad Educativa fue un éxito, se recomendaría poder realizar la expansión de este servicio también en la infraestructura de red cableada, la que en una primera instancia se tuvo conocimiento de la existencia de la misma pero por los alcances propuestos del proyecto, hasta la instalación y configuración del hardware se indicó que se tenía que realizar una revisión con una posible re configuración de los equipos pertenecientes a esta red cableada.

Como última recomendación se indica a los administradores y representantes de la Unidad Educativa el Milenio, socializar esta propuesta tecnológica con gobiernos locales y organizaciones similares para mantener el servicio no solo temporalmente sino el tiempo que lo requieran. Además de brindar la posibilidad de replicar el modelo en áreas cercanas a la entidad que posean esta necesidad, promoviendo así la inclusión tecnológica digital también en zonas rurales dentro de la comuna Cerezal-Bellavista, parroquia Colonche, ciudad de Santa Elena.

## REFERENCIAS

- Basagni, S., Conti, M., Giordano, S., & Stojmenovic, I. (2013). *Mobile Ad Hoc Networking: Cutting Edge Directions, 2nd Edition* (2nd ed.). Wiley-IEEE Press.
- Behrouz A., F. (2007). *Data Communications and Networking* (4th ed.). The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Cisco. (s.f.). *What is MPLS - Multiprotocol Label Switching*. Recuperado 19 de julio de 2024, de <https://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/multiprotocol-label-switching-mpls/index.html?dtid=osscdc000283>
- Cisco. (s.f.). *What Is Network Switching?* Recuperado 19 de julio de 2024, de <https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/what-is-network-switching.html>
- Cortés, M., & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. <https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/contenido2.pdf>
- Fast Ethernet. (2024). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Fast\\_Ethernet&oldid=158268210](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Fast_Ethernet&oldid=158268210)
- Flores, A. B., Guerra, R. E., & Knightly, E. W. (s. f.). *IEEE 802.11af: A Standard for TV White Space Spectrum Sharing*. <https://bpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.rice.edu/dist/d/12661/files/2022/11/IEEE-802.11af-A-Standard-for-tv-wgute-space-spectrum.pdf>
- Forouzan, B. A. (s. f.). *Data Communications and Networking* (4th ed.). The McGraw-Hill Companies, Inc.; 2007.
- Gigabit Ethernet. (2024). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Gigabit\\_Ethernet&oldid=160458747](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Gigabit_Ethernet&oldid=160458747)
- Halabi, S. (2000). *Internet Routing Architectures* (2nd ed.). Watermarked.
- Held, G. (1996). *Understanding Data Communications*.
- Juniper Networks US. (s. f.). *What is a network switch?*. Juniper Networks. Recuperado 19 de julio de 2024, de <https://www.juniper.net/us/en/research-topics/what-is-a-network-switch.html>
- Kurose, J. F. (2023). *Computer Networking* (8th ed.). Pearson.
- Links, C. (s. f.). *The Evolution of Wi-Fi networks: From IEEE 802.11 to Wi-Fi 6E*. Recuperado 23 de julio de 2024, de <https://www.wevolver.com/article/the-evolution-of-wi-fi-networks-from-ieee-80211-to-wi-fi-6e>, <https://www.wevolver.com/article/the-evolution-of-wi-fi-networks-from-ieee-80211-to-wi-fi-6e>



- Moerman, I., Marquez, J., & Shahid, A. (2018). *Cognitive Radio Oriented Wireless Networks* (13th ed.). Springer.
- Nasa, D. R. G. (s. f.). *NASA Experimental Communications Satellites, 1958-1995*. SP-4217 Beyond the Ionosphere. Recuperado 17 de julio de 2024, de <https://www.hq.nasa.gov/pao/History/SP-4217/ch6.htm>
- Network Overview*. (s. f.). Network World. Recuperado 19 de julio de 2024, de <https://www.networkworld.com/article/785602/lan-wan-chapter-1-network-overview.html>
- Networking. (2024). *What is Circuit Switching (Circuit-Switched Network)?*. Recuperado 19 de julio de 2024, de <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/circuit-switched>
- Ocampo, D. S. (2020, junio 23). La encuesta y el cuestionario. *Investigalia*. <https://investigaliacr.com/investigacion/la-encuesta-y-el-cuestionario/>
- Satellite communication | Definition, History, & Facts | Britannica*. (s. f.). Recuperado 18 de julio de 2024, de <https://www.britannica.com/technology/satellite-communication>
- Sebestyen, G., Fujikawa, S., Galassi, G., & Chuchra, A. (2018). *Low Earth Orbit Satellite Networks*. Wiley (Primera, Vol. 36).
- Stallings, W. (2010). *Data and Computer Communications* (8th ed.). Pearson.
- Stallings, W. (2017). *Network Security Essentials: Applications and Standards* (6th ed.).
- Starlink Novedades*. (2022, agosto 25). Starlink. <https://www.starlink.com/ec/updates>
- Starlink Tecnología*. (s. f.). Starlink. Recuperado 18 de julio de 2024, de <https://www.starlink.com/ec/technology>
- StationX*. (2024, febrero 20). *Introduction to Networking: A Beginner's Guide*. <https://www.stationx.net/introduction-to-networking/>
- Tamaño de la muestra. Qué es y cómo calcularla*. | *QuestionPro*. (s. f.). Recuperado 30 de agosto de 2024, de <https://www.questionpro.com/es/tamaño-de-la-muestra.html>
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). *Computer Networks* (5th ed.). Pearson.
- Techopedia*. (2015). Router. Recuperado de <https://www.techopedia.com/definition/2277/router>

## GLOSARIO

**Internet Satelital:** Tecnología que permite la conexión a internet mediante satélites en órbita, proporcionando acceso en áreas remotas donde no llegan otros tipos de conexiones.

**Starlink:** Sistema de internet satelital desarrollado por SpaceX que ofrece conectividad de alta velocidad en áreas rurales y de difícil acceso.

**Protocolo IEEE 802.11af:** Estándar de red inalámbrica que opera en bandas de frecuencia UHF TV, permitiendo la transmisión de datos en largas distancias y mejor penetración a través de obstáculos.

**Capa 3:** Nivel de la arquitectura de red que se encarga del encaminamiento de paquetes de datos a través de diferentes redes, utilizando direcciones IP.

**Mikrotik POE Router:** Dispositivo de red que proporciona energía a través de Ethernet (Power over Ethernet) y gestiona la distribución de internet en una red.

**Wifi 6:** Estándar de red inalámbrica que ofrece mayor velocidad, capacidad y eficiencia en la transmisión de datos en comparación con las versiones anteriores de Wifi.

**Radioenlace:** Tecnología de transmisión de datos que utiliza ondas de radio para conectar dos puntos distantes sin necesidad de cables físicos.

**Red Privada:** Red de comunicación exclusiva para un grupo determinado de usuarios, ofreciendo seguridad y control sobre el tráfico de datos.

**Subred:** División lógica de una red IP en segmentos más pequeños, facilitando la gestión y eficiencia del tráfico de datos dentro de una red.

**Satisfacción del Usuario:** Medida de cómo los usuarios perciben la calidad y efectividad de un servicio, en este caso, el acceso a internet.

**Viabilidad Operativa:** Capacidad de un proyecto o solución tecnológica para ser implementado y mantenido con éxito en condiciones reales, cumpliendo con los objetivos propuestos.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Documento de aprobación para la realización del proyecto por parte del Distrito de Educación, cantón Santa Elena.



Ministerio de Educación

Oficio Nro. MINEDUC-CZ5-24D01-2024-01175-OF

Santa Elena, 01 de agosto de 2024

**Asunto:** RESPUESTA A SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA LLEVAR EL PROYECTO "IMPLEMENTAR UN PROTOTIPO DE ARQUITECTURA DE RED PRIVADA PARA LA AMPLIACIÓN INALÁMBRICA DEL SERVICIO DE INTERNET EN LA UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO CEREZAL-BELLAVISTA

Señor  
Michael Jerry Merchan Reyes  
En su Despacho

De mi consideración:

Acuso recibo Oficio s/n, de fecha 26 de julio/2024, suscrito por el señor Michel Jerry Merchán Reyes, estudiante de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, de la Carrera de Ingeniería de Ciencias de la Computación, mediante el cual solicita la autorización para realizar el proyecto que busca "implementar un prototipo de arquitectura de red privada para la ampliación inalámbrica del servicio de internet en la UEM. Cerezal Bellavista, ubicada en la ciudad de Santa Elena, usando tecnología profesional de red capa 3 protocolo IEEE 802.11af", esto como una solución al problema de falta de acceso a internet en la región.

Además el proyecto se ejecutará en un periodo de 1 mes de prueba donde de forma resumida se dividirá en 4 actividades; cabe manifestar que se compromete a patrocinar el alquiler de todos los equipos necesarios para la ejecución del proyecto sin costo alguno.

Este despacho comunica a usted lo siguiente en cuanto a la normativa legal vigente:

#### Constitución de la República del Ecuador

**Artículo 27.-** La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar. La educación es indispensable para el conocimiento, el ejercicio de los derechos y la construcción de un país soberano, y constituye un eje estratégico para el desarrollo nacional.

#### Ley Orgánica de Educación Intercultural

**Artículo 2.- Principios.** - Los principios que rigen la presente Ley son los previstos en la Constitución de la República, Tratados e Instrumentos Internacionales de Derechos Humanos, el Código Orgánico Administrativo y los demás previstos en esta Ley.

**Artículo 2.1.- Principios. - Principios rectores de la educación.** - Además de los principios señalados en el artículo 2, rigen la presente Ley los siguientes principios:

1. Acceso universal a la educación: Se garantiza el acceso universal, integrador y equitativo a una educación de calidad; la permanencia, movilidad y culminación del ciclo de enseñanza de calidad para niñas, niños, adolescentes y jóvenes, promoviendo oportunidades de aprendizaje para todas y todos a lo largo de la vida sin ningún tipo de discriminación y exclusión;
2. No discriminación: Se prohíbe la discriminación, exclusión, restricción, preferencia u otro trato diferente que directa o indirectamente se base en los motivos prohibidos de discriminación y que tenga por objeto o por resultado anular o menoscabar el reconocimiento, goce o ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución, los instrumentos de derechos humanos y la presente Ley;
3. Igualdad de oportunidades y de trato: Se garantizan entornos de aprendizaje accesibles y asequibles material y económicamente a todas las niñas, niños y adolescentes, respetando sus diversas necesidades, capacidades y características, eliminando todas las formas de discriminación.

Dirección: Av. Amazonas N34-451 y Av. Atahualpa  
Código Postal: 170507 / Cuito - Ecuador  
Telf.: (+593 2) 02-298.1300

\* Documento firmado electrónicamente por Ombú

EL NUEVO  
ECUADOR

1/4

Oficio Nro. MINEDUC-CZ5-24D01-2024-01175-OF

Santa Elena, 01 de agosto de 2024

**Artículo 6.- Obligaciones.** - La principal obligación del Estado es el cumplimiento pleno, permanente y progresivo de los derechos y garantías constitucionales en materia educativa, y de los principios y fines establecidos en esta Ley.

El Estado tiene las siguientes obligaciones adicionales:

v. Garantizar una educación para la democracia, sustentada en derechos obligaciones y responsabilidades; en principios y valores, orientada a profundizar la democracia participativa de los miembros de la comunidad educativa;

**Reglamento a la LOEI**

**De las Disposiciones Generales**

**TERCERA.-** No se podrá utilizar la imagen corporativa, sellos o slogan del Ministerio de Educación en ningún mensaje o documento publicitario, salvo autorización expresa de la máxima autoridad de esta Cartera de Estado.

**ACUERDO Nro. MINEDUC-MINEDUC-2023-00073-A**, suscrito por SRA. MGS. MARÍA BROWN PÉREZ, Ministra de Educación de ese entonces, **ACUERDA:** Expedir el PROCEDIMIENTO PARA EL INGRESO DE PERSONAS EXTERNAS A LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

**Art. 2.- Ámbito de aplicación.-** Las disposiciones contenidas en el presente Acuerdo Ministerial son de cumplimiento obligatorio para las instituciones educativas de todos los sostenimientos y modalidades del Sistema Nacional de Educación, que ofrecen sus servicios a niñas, niños y adolescentes en edad escolar.

**Art. 3.- Personas externas a las instituciones educativas.-** Se entenderá como personas externas a las instituciones educativas, a cualquier persona que no pertenezca a la comunidad educativa de conformidad con lo dispuesto en el artículo 15 de la Ley Orgánica de Educación Intercultural. "La comunidad educativa es el conjunto de actores directamente vinculados a una institución educativa determinada, con sentido de pertenencia e identidad, compuesta por autoridades, docentes, estudiantes, madres y padres de familia o representantes legales y personal administrativo y de servicio".

**Art. 4.- Programas, proyectos y/o actividades a realizarse dentro de las instituciones educativas.-** Los programas, proyectos o actividades que sean aceptados para realizarse por personas externas en instituciones educativas y, particularmente, aquellas que incluyan a estudiantes, se enmarcarán en procesos educativos pedagógicos que aporten al desarrollo integral del grupo estudiantil y serán concordantes con las políticas, planes, proyectos y programas educativos adoptados por los distintos niveles desconcentrados de la Autoridad Educativa Nacional, de conformidad con la normativa vigente y aplicables.

Se prohíbe de forma expresa al interior de las instituciones educativas:

1. Realizar cualquier tipo de actividad proselitista política.
2. Realizar cualquier tipo de actividad con contenido violento, discriminatorio, que propicie temor o que vulnere derechos.

**Art. 5.- Procedimiento obligatorio para el ingreso de personas externas a las instituciones educativas.-** Para realizar cualquier tipo de programa, proyecto o actividad dentro de las instituciones educativas, se observará estrictamente el siguiente procedimiento:

1. La/las persona/s externa/s interesada/s en ingresar a las instituciones educativas deberán solicitar, mediante oficio y con al menos 5 días laborables de antelación, la autorización de ingreso a la o las instituciones educativas.

La solicitud deberá estar debidamente motivada y debe incluir lo siguiente: objetivos, descripción, actividades con la respectiva agenda (día y hora), población estudiantil objetivo y relación con el proceso pedagógico o desarrollo integral de las y los estudiantes. Se adjuntará el listado con nombres completos, número de documento de identidad de las personas que ingresarán.

Oficio Nro. MINEDUC-CZ5-24D01-2024-01175-OF

Santa Elena, 01 de agosto de 2024

Para las instituciones educativas fiscales la solicitud deberá presentarse a la Dirección Distrital respectiva, cuando involucre instituciones educativas de un mismo Distrito Educativo. Cuando los programas, proyectos o actividades a realizarse por personas externas involucren a instituciones educativas de diferentes Distritos Educativos, la solicitud deberá ser remitida a la Subsecretaría de Educación o Coordinación Zonal respectiva. Cuando la solicitud involucre a las instituciones educativas a nivel nacional, la misma deberá ser presentada ante la Autoridad Educativa Nacional para la respectiva autorización.

2. Las máximas autoridades institucionales, las Direcciones Distritales, Coordinaciones Zonales de Educación o nivel central a través de la Subsecretaría para la Innovación Educativa y el Buen Vivir o quien haga sus veces, según corresponda, deberán analizar la pertinencia y viabilidad de la propuesta, y autorizarla o rechazarla. La respuesta respectiva deberá ser notificada a los interesados con al menos 24 horas de anticipación a la ejecución del programa, proyecto o actividades.

3. Una vez autorizada la propuesta, se deberá convocar a la capacitación en Protocolos y rutas de actuación frente a situaciones de violencia detectadas o cometidas en el sistema educativo. Esta capacitación se puede ejecutar en grupo o de forma individual, en modalidad virtual o presencial.

Una vez finalizada la capacitación, cada una de las personas externas que ingresarán a la institución educativa deberán suscribir, de manera personal, indelegable e intransferible, una carta de compromiso de protección y no vulneración de derechos a niñas, niños y adolescentes, conforme el formato establecido por el nivel central.

Por lo expuesto en líneas anteriores se autoriza al señor Michael Jerry Merchán Reyes, estudiante de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil a realizar el proyecto: *"implementar un prototipo de arquitectura de red privada para la ampliación inalámbrica del servicio de internet en la UEM. Cereza Bellavista, ubicada en la ciudad de Santa Elena, usando tecnología profesional de red capa 3 protocolo IEEE 802.11af"*.

Es así que, se recomienda al peticionario y demás personas que forman parte del proyecto en mención, participar en la capacitación en Protocolos y Rutas de actuación frente a situaciones de violencia detectadas o cometidas en el sistema educativo, con la Lic. Katherine Villamar Lucas, Coordinadora del DECE Distrital.

Una vez más se deja preceptuado que toda actividad que se ejecute dentro del plantel, será coordinada con la autoridad de la institución educativa.

Particular que hago de su conocimiento para los fines consiguientes.

Atentamente,

*Documento firmado electrónicamente*

Lcda. Jeannina Annabelle Gellibert Mora  
DIRECTORA DISTRITAL 24D01 SANTA ELENA - EDUCACIÓN

Referencias:  
- MINEDUC-CZ5-24D01-UDAC-2024-1861-E

Anexos:  
- 24D01-udac-26646.pdf

Copia:  
Carmen Marcela Ambrossi Bucheli  
Analista Distrital de Apoyo, Seguimiento y Regulación a la Educación

**CARTA DE COMPROMISO DE PROTECCIÓN Y NO VULNERACIÓN A NIÑOS,  
NIÑAS Y ADOLESCENTES**

A la comunidad educativa,

Yo Michael Jerry Mondrán Reyes con cedula de ciudadanía numero 24000 77 776  
domiciliado en Santa Elena visitare la institución  
educativa Cereza Bellavista Mifernu  
el día 8 del mes de agosto del 2024. hasta el 15 de Septiembre del 2024

Para el efecto, he recibido con anticipación una capacitación en los Protocolos de actuación frente a situaciones de violencia detectadas o cometidas en el sistema educativo y me comprometo a garantizar y proteger la integridad física, psicológica y sexual de todas y todos las y los niñas, niños y adolescentes durante mi visita a la Institución Educativa. Adicionalmente, me comprometo a denunciar cualquier situación de violencia que observe contra este grupo de atención prioritaria a las autoridades educativas.

Aceptando estar conforme con este instrumento legal y teniendo capacidad legal para adoptarlo, firmo el presente documento en dos ejemplares de igual valor y contenido a los 4 del mes de agosto de 2024.

Firma

Nombre:

C.C:

Michael Jerry Mondrán Reyes  
24000 77 776

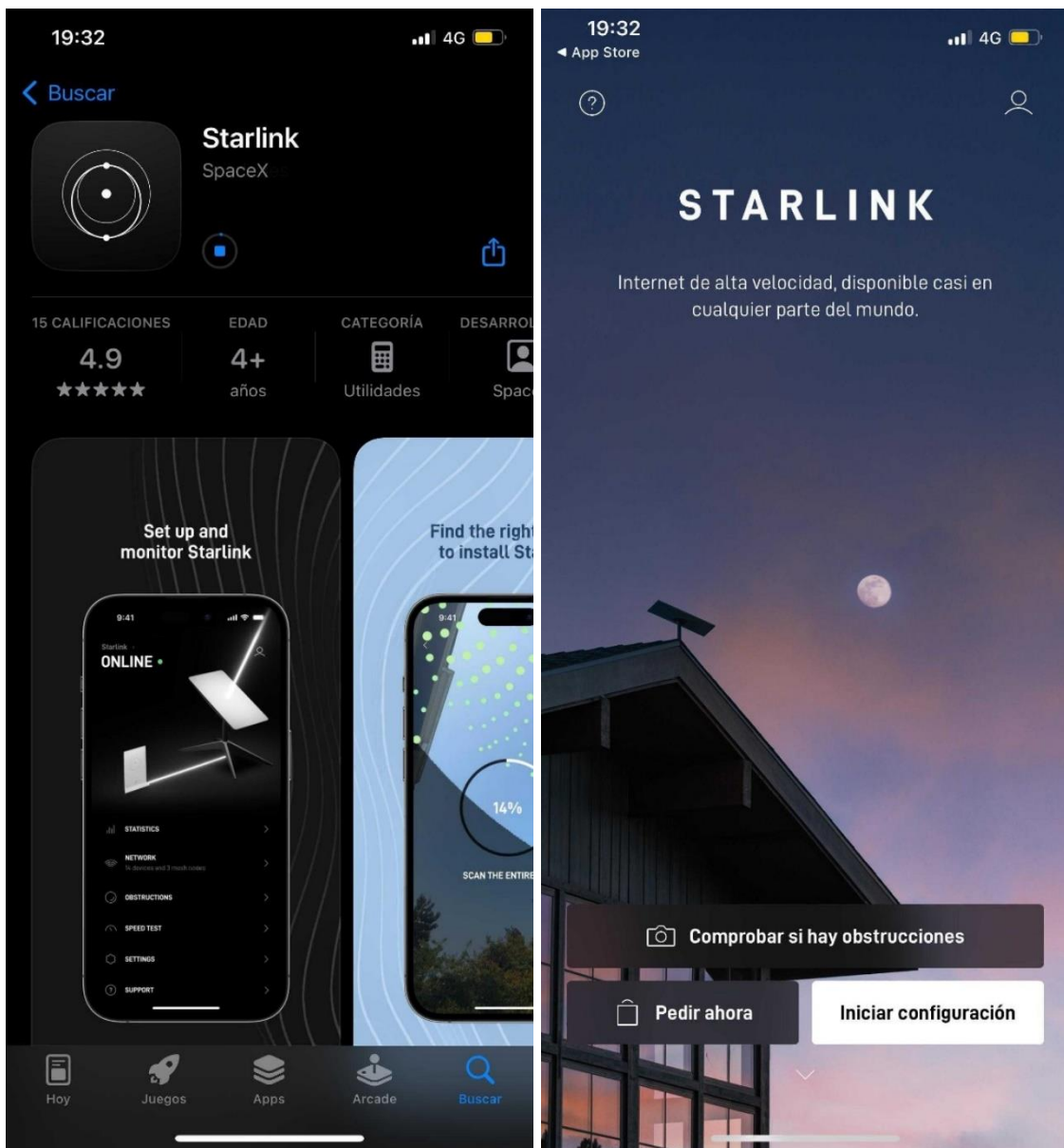


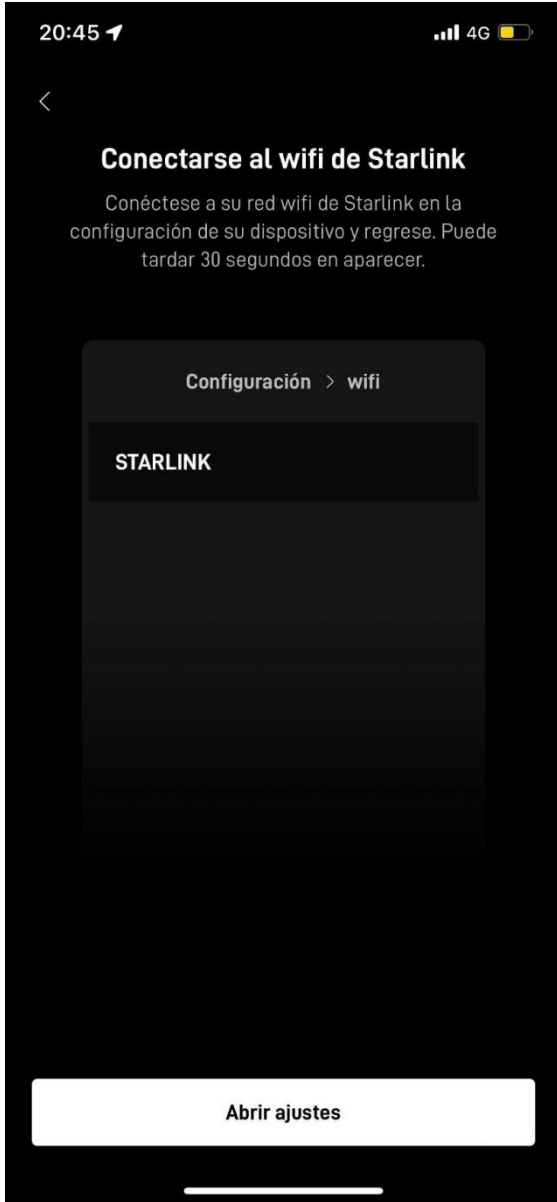
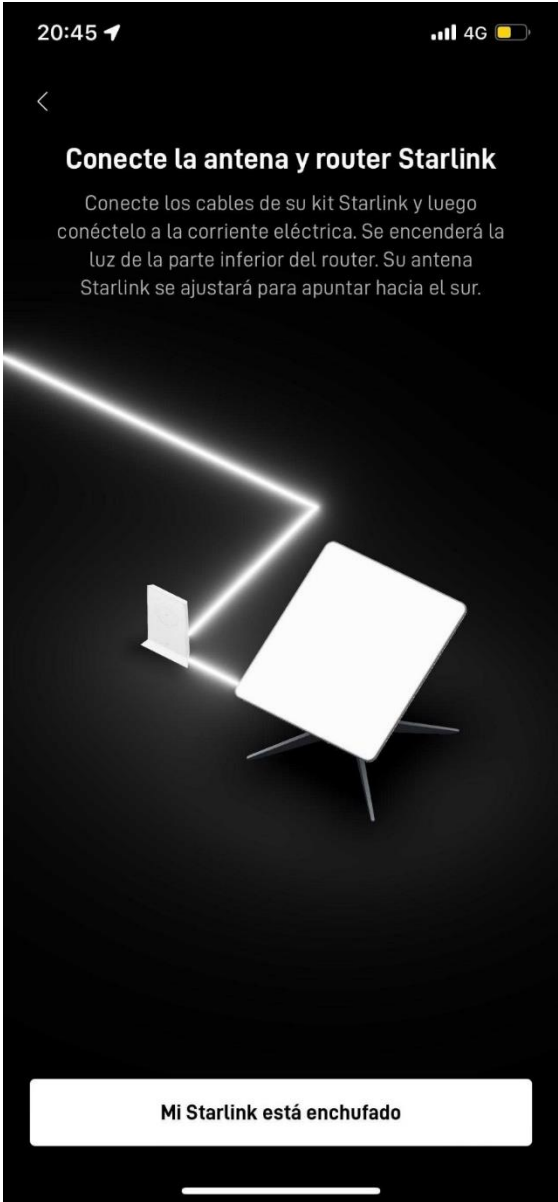
Ministerio de Educación

Dirección: Av. Amazonas N34-451 y Av. Atahualpa.  
Código postal: 170507 / Quito-Ecuador  
Teléfono: 593-2-396-1300 / www.educacion.gob.ec

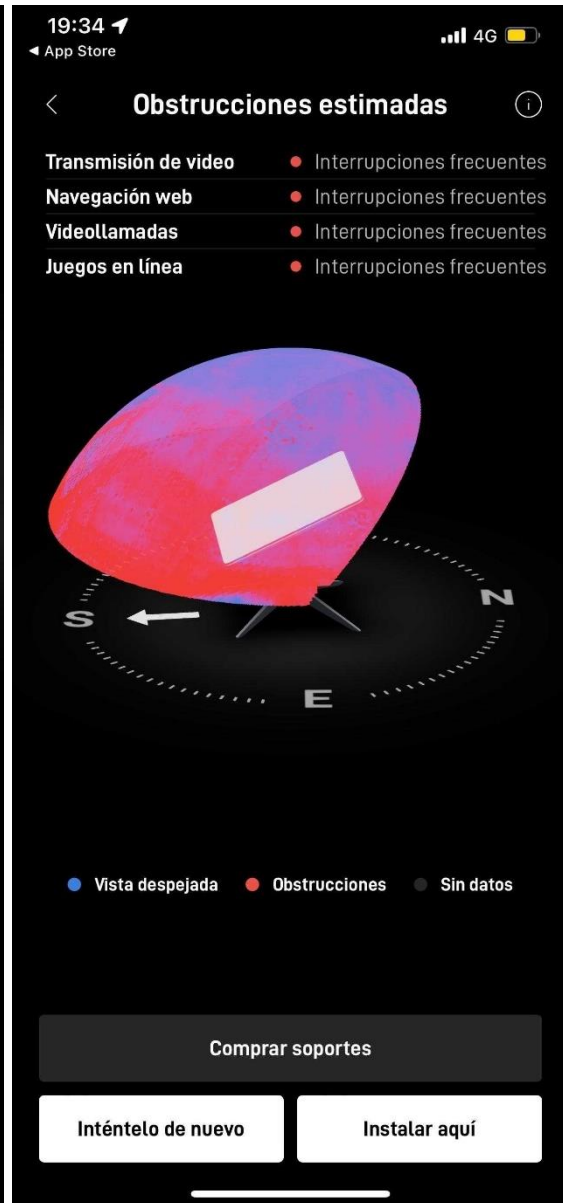


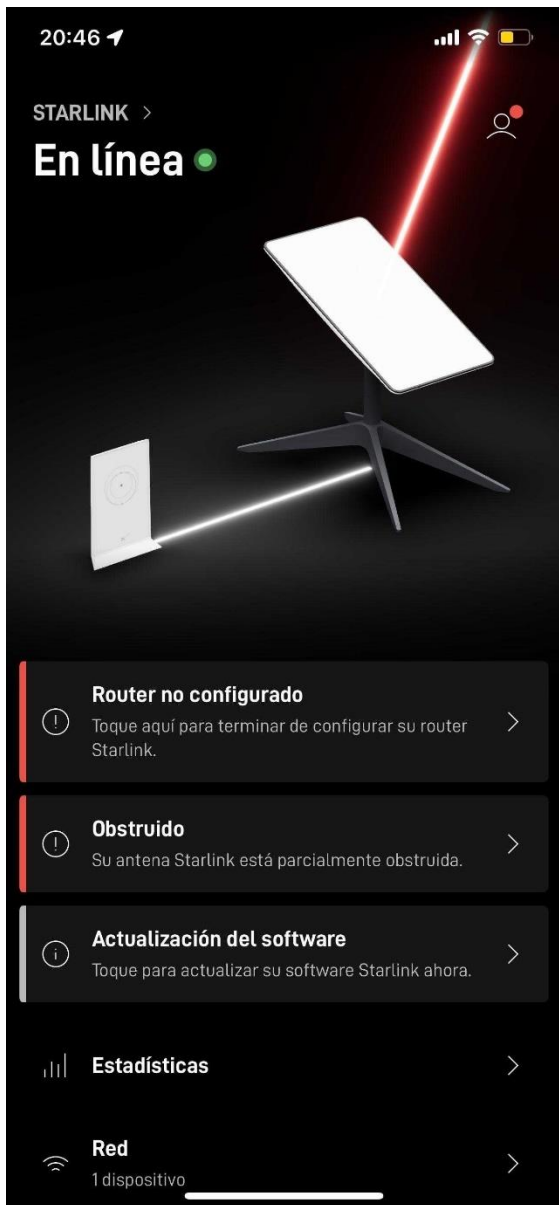
**Anexo 2.** Imágenes de configuración inicial de la antena Starlink desde su aplicación móvil.











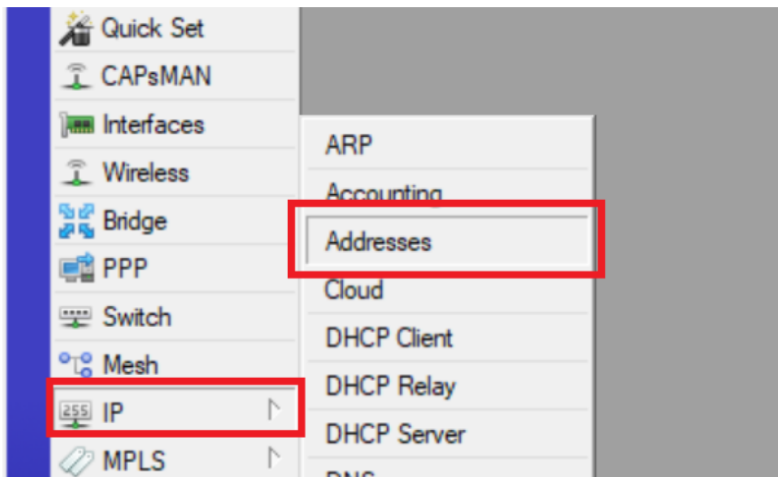


### Anexo 3. Manual de configuración inicial y básica del enrutador capa 3 mikrotik.

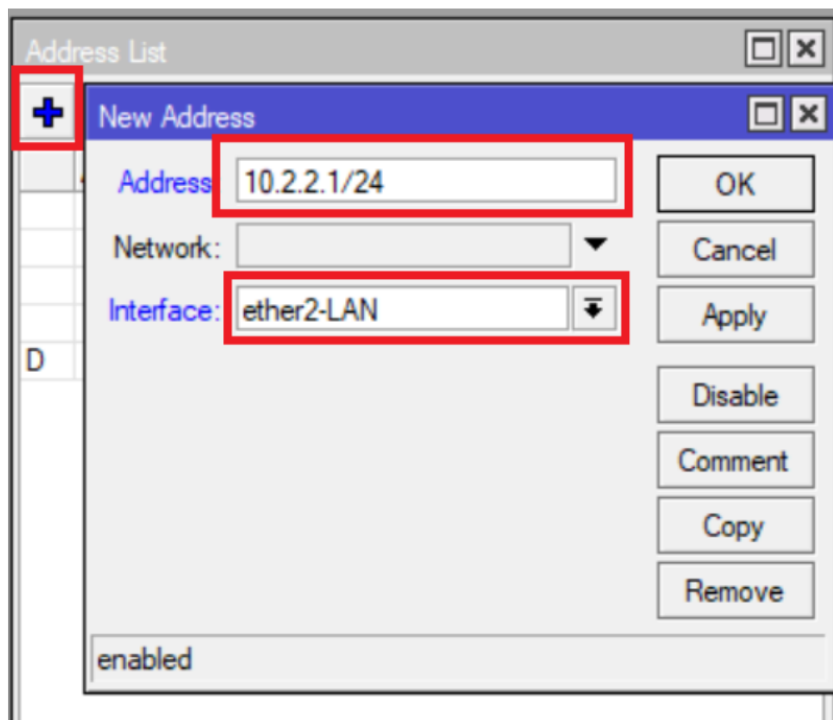
## Asignar una IP a la inferfaz

La IP de la interfáz será el gateway de la red que configures. Esta IP debe tener una máscara de red asignada la cual determinará la cantidad de Host permitidos en esa interfáz. Generalmente se configura con la máscara 255.255.255.0 o /24, para un total de 254 host.

Para asignar la IP vamos a los menues IP-Address. Veamos una imágenes.

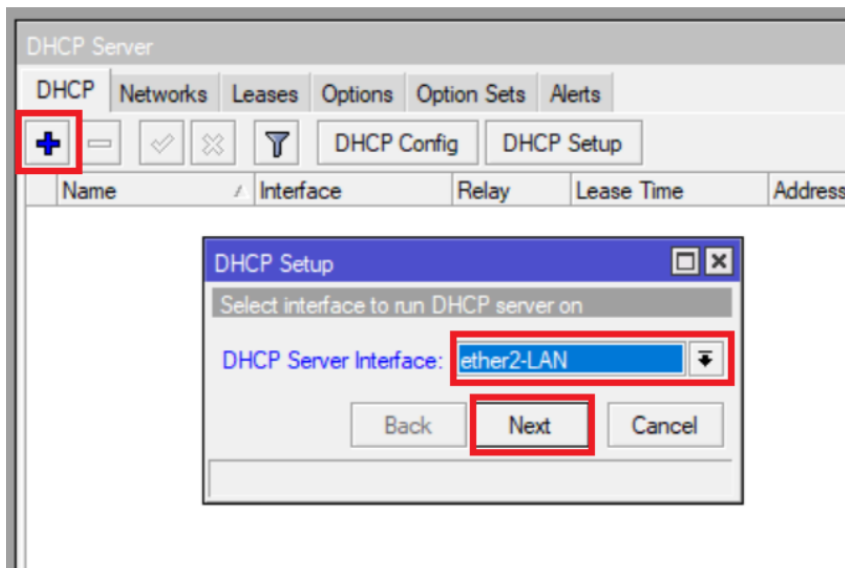


Luego de esto vamos a configurar la IP de nuestra red. En este caso es 10.2.2.1/24 en ethernet 2.

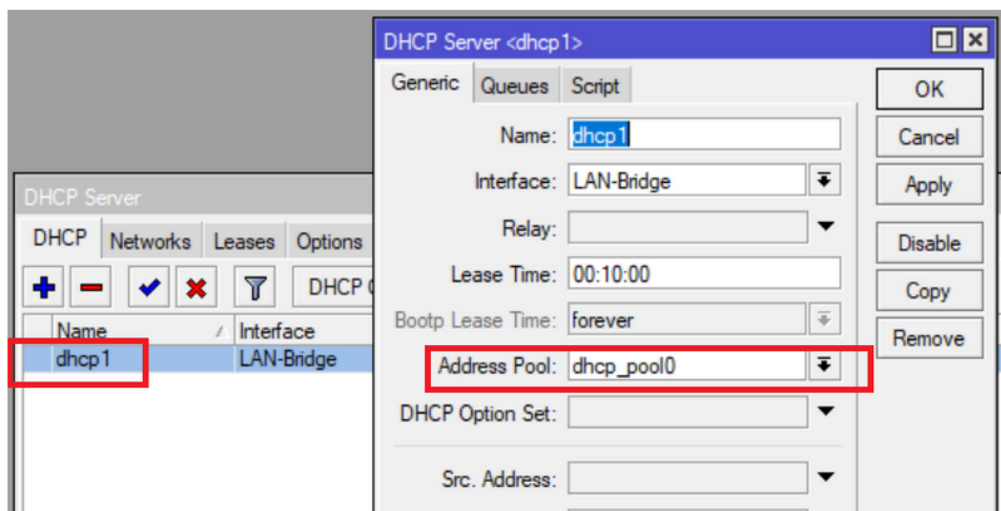


# Crear un DHCP SERVER

Ahora debemos crear un DHCP para asignar un pool de direcciones IPs a nuestra red. Para esto vamos al menú IP- DHCP SERVER.

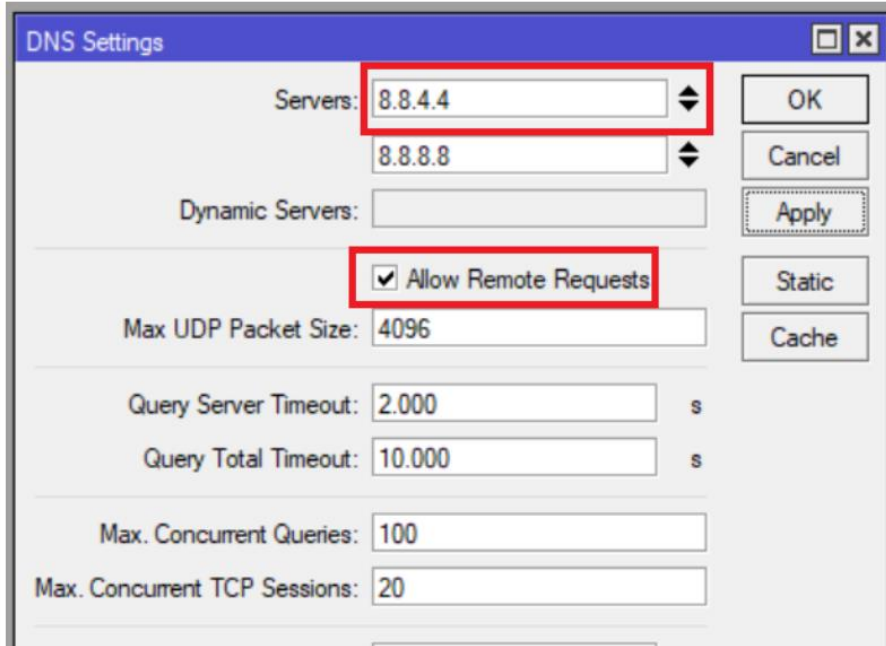


Luego de crearlo vamos a ver una imagen como la próxima donde ya se ha asignado un pool de direcciones con las IPs de la itnerfaz. Trabajaremos con las IPs desde 10.2.2.254 hasta la 10.2.2.2 ya que Mikrotik entrega las IPs de su DHCP desde arriba hasta abajo, siendo la primera la .254.



# Crear un DNS SERVER

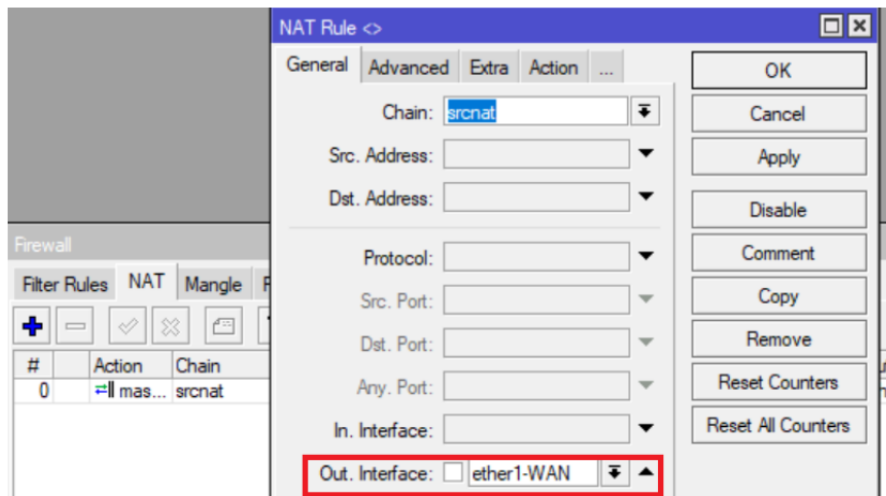
Con nuestro DHCP vamos a configurar nuestro router para ser DNS Server y tenga capacidad de convertir localmente. Para esto vamos a IP-DNS



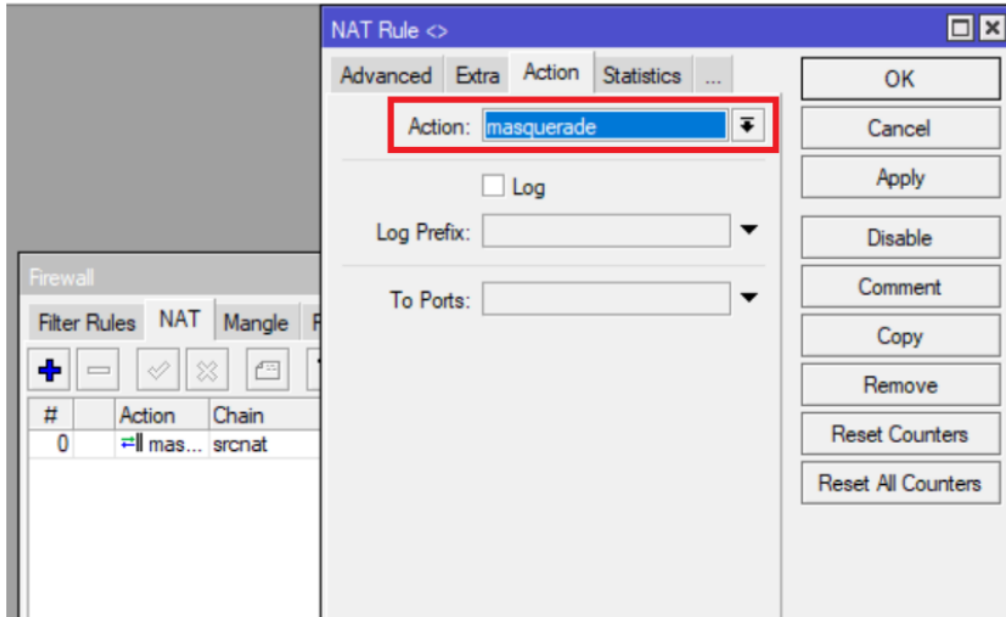
# Crear una regla de NATEO

La regla de nateo es la más importante de nuestro router para navegar a internet ya que es la que se encarga de hacer las resoluciones de direcciones IPs y puertos en las peticiones a la red externa. El NAT crea una tabla especial donde lleva el control de las IPs externas e internas, las solicitudes realizadas y el puerto mapeado para llevar al host interno lo que necesita del internet y viceversa.

Para configurar esta regla vamos a IP-Firewall y luego al menú NAT que es el segundo, después de FILTER RULES.



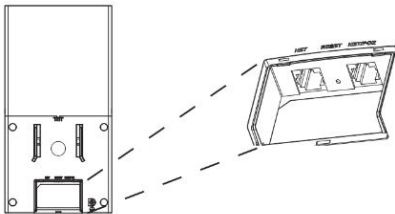
Creamos una regla srcnat ya que es la que realizamos para salir desde nuestra red hacia internet. Elegimos la interfaz saliente, nuestra WAN y realizamos una acción de enmascarar el tráfico. Este paso se puede ver en esta próxima imagen.



#### Anexo 4. Guía de instalación de los puntos de acceso inalámbrico GrandStream.



#### PUERTOS GWN7600LR



Puerto	Descripción
NET/POE	Puerto Ethernet RJ45 (10/100/1000Mbps) con soporte de PoE/ PoE+.
NET	Puerto Ethernet RJ45 (10/100/1000Mbps) para su router u otro GWN7600LR.
RESET	Botón de reinicio de fábrica. Presione por 7 segundos para llevar a los ajustes de fábrica.

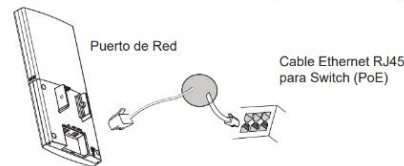
#### ENCENDIENDO Y CONECTANDO EL GWN7600LR

GWN7600LR puede ser alimentado usando un switch PoE por medio de los siguientes pasos:

~15~

**Paso 1:** Conecte un cable Ethernet RJ45 en el puerto de red del GWN-7600LR.

**Paso 2:** Conecte el otro extremo del cable en el puerto del switch (PoE).

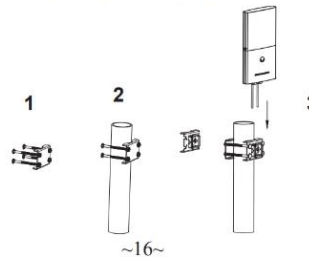


#### INSTALACIÓN DE HARDWARE

El GWN7600LR puede ser montado horizontal y verticalmente sobre una barra de metal. Porfavor consulte los siguientes pasos para la apropiada instalación.

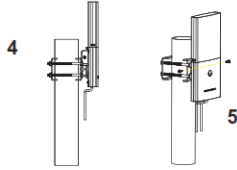
#### Montaje Vertical

1. Prepare el soporte de cubierta insertando los 4 tornillos (PM8) dentro de los orificios correspondientes
2. Fije el soporte de cubierta con los tornillos en el Perno de Montaje vertical donde el GWN7600LR será instalado.
3. Monte el soporte base con el soporte de la cubierta utilizando las tuercas de bloqueo y tornillos de fijación (PM8) suministrados.



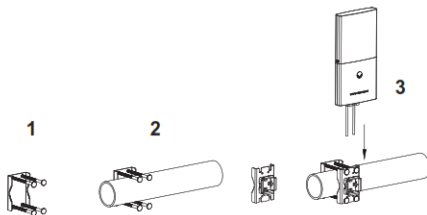
~16~

4. Conecte el cable de ethernet (RJ45) al puerto correcto de su GWN-7600LR.
5. Alinear el GWN7600LR con el soporte base y jalelo hacia abajo a la posición correcta.
6. Instale los 2 x tornillos de ensamblaje para fijar el GXN7600LR sobre el Perno de Montaje.



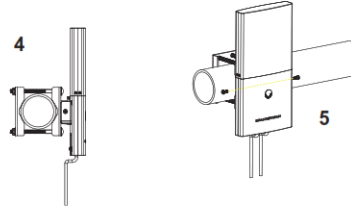
### Montaje Horizontal

1. Prepara el soporte de cubierta insertando los 4 tornillos (PM8) en cada uno de orificios correspondientes.
2. Fije el soporte de cubierta con tornillos en el Perno de Montaje horizontal donde el GWN7600LR será instalado
3. Monte el soporte base con el soporte de la cubierta utilizando las tuercas de bloqueo y tornillos de fijación (PM8) suministrados.



~17~

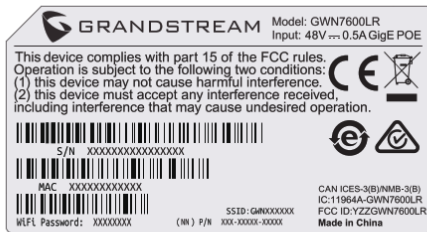
4. Conecte el cable de ethernet (RJ45) al puerto correcto de su GWN-7600LR.
5. Alinear el GWN7600LR con el soporte base y jalelo hacia abajo a la posición correcta.
6. Instale los 2 x tornillos de ensamblaje para fijar el GXN7600LR sobre el Perno de Montaje.



### CONECTAR AL GWN7600LR CON LA RED WIFI PREDETERMINADA

El GWN7600LR puede ser usado como punto de acceso autónomo al sacarlo de caja, o después del restablecimiento de fábrica con Wi-Fi activado por defecto. Después de encender el GXWN7600LR y establecer la conexión a la red, el GXW7600LR emitirá un SSID predeterminado basado en su dirección **MAC GWN[6 últimos dígitos del MAC]** y una contraseña aleatoria. **Nota:** La información del SSID y contraseña por defecto del GWN7600LR están impresas en la etiqueta MAC de la unidad.

~18~



### ACCESO A LA INTERFAZ DE CONFIGURACIÓN

Un ordenador conectado al SSID del GWN7600LR, o en la misma red que el GWN7600LR puede descubrir y acceder a su interfaz de configuración usando uno de los siguientes métodos:

#### Método 1: Descubrir GWN7600LR utilizando su dirección MAC

1. Localice la dirección MAC del equipo que esta en la etiqueta de la unidad, ubicada en la parte posterior del equipo o en la caja
2. Desde un ordenador conectado a la misma red del GWN7600LR, escriba la siguiente dirección utilizando la dirección MAC del GWN-7600LR en su navegador:  
**https://gwn\_<MAC>.local**

**Ejemplo:** De un GWN7600LR que tenga la dirección MAC 00:0B:82:8C:4D:F8, esta unidad se puede acceder escribiendo en el navegador **https://gwn\_000b828c4df8.local** en el navegador.

#### Método 2: Descubrir el GWN7600LR utilizando la herramienta GWN-DiscoveryTool

1. Descargar e instalar el **GWNDiscoveryTool** desde el siguiente enlace:  
<http://www.grandstream.com/tools/GWNDiscoveryTool.zip>

~19~

2. Abrir la herramienta GWNDiscoveryTool, y haga clic en **Escanear**.
3. La herramienta descubrirá todos los Puntos de Acceso GWN7600LR conectados a la red mostrando sus direcciones MAC's e IP's.
4. Haga clic en **Administrar dispositivos** para que sea redirigido directamente a la interfaz de configuración de la GWN7600LR, o escriba manualmente la dirección IP que se muestra en su navegador.

Usando uno de los métodos anteriores, aparecerá la pantalla de inicio de sesión. Usar por default "admin" en los campos Nombre de usuario y contraseña y hacer clic en **Iniciar sesión**.



#### Nota:

- Asegúrese que el GWN7600LR no esté vinculado con otro punto de acceso GWN76xx como esclavo, o algún router de la serie GWN7000, de lo contrario no podrá ingresar a la interfaz de configuración
- Si el GWN7600LR ya está enlazado, asegúrese de eliminar el enlace en primer lugar, o realizar un restablecimiento de fábrica
- Es responsabilidad del cliente asegurarse del cumplimiento con las regulaciones locales para bandas de frecuencia, potencia de transmisión y otros.

Consulte la documentación en línea y preguntas frecuentes para información mas detallada.

<http://www.grandstream.com/our-products>

~20~



## Anexo 5. Demostración de encuesta realizada a la muestra de beneficiarios

https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?prevorigin=shell&origin=NeoPortalPage&subpage=design&id=HTRNOBVmskeR

Nivel de satisfacción de la red de área local inalámbrica por VÍA SATELITAL. - Guardado

Vista previa Estilo

### Nivel de satisfacción de la red de área local inalámbrica por VÍA SATELITAL.

Este formulario fue elaborado para la Unidad Educativa Milenio , Cerezal-Bellavista cantón Sta. Elena.

1. ¿Está satisfecho con la calidad del servicio de la red actual con internet satelital? \*

Si

No

2. ¿Está satisfecho con la cobertura de la red inalámbrica actual con internet satelital? \*

Si

No

https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?prevorigin=shell&origin=NeoPortalPage&subpage=design&id=HTRNOBVmskeR

Nivel de satisfacción de la red de área local inalámbrica por VÍA SATELITAL. - Guardado

Vista previa Estilo

3. ¿Considera que la red actual ha mejorado en la unidad educativa? \*

Si

No

4. ¿Considera que la velocidad del internet ha mejorado con la red actual? \*

Si

No

⋮

5. ¿Considera que la red actual ofrece estabilidad y seguridad? \*

Si

No

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Merchán Reyes, Michael Jerry** con C.C: # **2400087876** autor/a del trabajo de titulación: “**Implementación de un prototipo de arquitectura de red privada para la ampliación inalámbrica del servicio de internet satelital en la unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista, ubicada en la ciudad de Santa Elena, usando tecnología profesional de red capa 3 protocolo IEEE 802.11 af.**” previo a la obtención del título de **Ingeniero en Ciencias de la Computación** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 5 de septiembre del 2024

---

Nombre: **Merchán Reyes, Michael Jerry**

C.C: **2400087876**

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Implementación de un prototipo de arquitectura de red privada para la ampliación inalámbrica del servicio de internet satelital en la unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista, ubicada en la ciudad de Santa Elena, usando tecnología profesional de red capa 3 protocolo IEEE 802.11 af.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Merchán Reyes, Michael Jerry		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Miranda Rodríguez, Marcos Xavier		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Ingeniería en Ciencias de la Computación		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Ciencias de la Computación		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Ciencias de la Computación		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	5 de septiembre del 2024	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	82
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Internet Satelital, Ampliación inalámbrica, Enrutamiento de redes		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	acceso a internet, cobertura inalámbrica, tecnología satelital, problemas administrativos, comunicación educativa, instalación de red		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>Este trabajo de integración curricular aborda la implementación de un prototipo de red privada con expansión inalámbrica utilizando tecnología satelital, para proporcionar servicio de internet en la Unidad Educativa del Milenio Cerezal-Bellavista, ubicada en Santa Elena, Ecuador. El proyecto tiene como objetivo evaluar la falta de acceso a internet en las diferentes actividades académicas, administrativas, y de comunicación digital dentro de la institución, y proponer una solución tecnológica que mejore estas áreas. A través de encuestas realizadas a la población y haciendo uso de una muestra de 20 personas las cuales hacen uso de internet de manera continua, se determinó que el 60% de los encuestados estaba insatisfecho con el servicio de internet disponible proporcionado por radio enlace. Evaluando el problema, la solución que se propuso fue hacer uso de una antena receptora de internet vía satélite junto con un enrutador POE que alimenta los puntos de acceso WiFi 6 subdivididos en cuatro redes tipo C, utilizando así tecnología IEEE 802.11af de capa 3. La viabilidad operativa del proyecto fue comprobada, ya que se logró desarrollar el prototipo sin mayores inconvenientes. Finalmente, pudimos determinar el impacto positivo en el entorno educativo, logrando que los estudiantes, personal académico y administrativo puedan acceder a un servicio de internet distribuido de forma inalámbrica de buena calidad, además de poder realizar un análisis económico para poder evaluar posteriormente la sostenibilidad del proyecto mediante la capacitación al personal técnico encargado de la unidad educativa sobre de la red instalada, así como también poner en conocimiento el considerar la expansión de esta tecnología a otras comunidades que enfrenten las mismas necesidades tecnológicas.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593997519729	<b>E-mail:</b> michael.merchan@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Toala Quimí, Edison José</b>		
	<b>Teléfono:</b> +593-990-976776		
	<b>E-mail:</b> edison.toala@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			