

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

Sistema de monitoreo usando GenieACS para el análisis unificado de parámetros ópticos e inalámbricos en equipos de usuarios finales de proveedores de internet

### **EXAMEN COMPLEXIVO**

Previo la obtención del Título de:

### **MAGISTER EN TELECOMUNICACIONES**

Presentado por:

Danny Alejandro Vásquez Moreira

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2025

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a mis padres que siempre han sido un apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a los maestros que tuvieron una comunicación activa conmigo durante el proceso de la maestría.

## **Declaración Expresa**

---

Yo Danny Alejandro Vásquez Moreira acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso. En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 26 de enero del 2025

---

Autor

## EVALUADORES

---

**Ph.D. Washington Medina  
Moreira**

Evaluador

---

**Ph.D. Maria Alvarez  
Villanueva**

Evaluador

## RESUMEN

El presente proyecto propone un sistema de monitoreo basado en GenieACS para optimizar la gestión de parámetros ópticos e inalámbricos en equipos de usuarios finales (CPEs) de ISPs, mejorando la calidad del servicio. Sus objetivos incluyen desarrollar un sistema escalable que facilite la detección y resolución de problemas de conectividad en tiempo real, sustentado en la necesidad de mejorar la experiencia del usuario y optimizar los recursos de los ISPs.

En el desarrollo del proyecto se configuró GenieACS utilizando el protocolo TR-069, implementando herramientas para analizar datos como conectividad, tráfico, y dispositivos conectados. Los resultados mostraron una disminución significativa en el tiempo de resolución de fallos, con un monitoreo integral y eficiente de los CPEs. El sistema logró un alto grado de precisión en la recopilación y análisis de datos, permitiendo tomar decisiones proactivas en la gestión de redes.

El sistema propuesto es una solución eficaz y escalable que mejora la gestión y el monitoreo de redes, contribuyendo a la satisfacción del cliente y a la competitividad de los ISPs en el mercado.

**Palabras clave:** GenieACS, monitoreo de redes, protocolo TR-069, ISPs.

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	I
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Marco teórico .....	3
1.4.1 Conceptos básicos de redes FTTH enfocado a GenieACS.....	3
1.4.2 Parámetros ópticos e inalámbricos en CPEs.....	5
1.4.3 Protocolo TR-069 y ventajas de su aplicación en la gestión de redes.....	7
1.4.4 Visión general de GenieACS .....	8
1.4.5 Marco normativo de GenieACS .....	10
CAPÍTULO 2.....	12
2. Diseño y desarrollo del sistema .....	12
2.1 Diseño del sistema GenieACS.....	12
2.2 Configuración de GenieACS para la recolección de parámetros .....	13
2.3 Presentación de las secciones del sistema GenieACS.....	15

CAPÍTULO 3.....	19
3. Resultados y discusión .....	19
3.1 Análisis de resultados de un CPE en GenieACS .....	19
3.1.1 Recolección de datos iniciales.....	19
3.1.2 Análisis de parámetros ópticos y WAN.....	20
3.1.3 Análisis de parámetros inalámbricos y LAN .....	20
3.2 Validación mediante un test del sistema implementado .....	21
3.3 Discusión del sistema implementado frente a los demás sistemas .....	22
3.3.1 Sistema web de equipos Huawei vs GenieACS .....	22
3.3.2 Sistema web de equipos ZTE vs GenieACS .....	24
3.3.3 Sistema web de equipos TP-Link vs GenieACS .....	28
CAPÍTULO 4.....	31
4. Conclusiones y recomendaciones .....	31
4.1 Conclusiones .....	31
4.2 Recomendaciones .....	31
BIBLIOGRAFÍA.....	33

## **ABREVIATURAS**

CPE Customer Premise Equipment

ACS Automatic Configuration Server

Wi-Fi Wireless Fidelity

WAN Wide Area Network

LAN Local Area Network

WLAN Wireless Local Area Network

FTTH Fiber To The Home

ONT Optical Network Terminal

TR-069 Technical Report 069

OSS Operational System Support

CWMP CPE WAN Management Protocol

ARCONEL Agencia de Regulación y Control de Electricidad

ARCOTEL Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones

## **SIMBOLOGÍA**

<b>dBm</b>	Potencia medida en decibeles en referencia a un milivatio
<b>dB</b>	Decibeles
<b>Km</b>	Kilómetro
<b>Mbps</b>	Megabits por segundo

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama general de una red FTTH [4].....	4
Ilustración 2 Visión general de GenieACS [9].....	8
Ilustración 3 Diagrama ilustrativo de la solución.....	12
Ilustración 4 Parte de la configuración de parámetros inalámbricos.....	13
Ilustración 5 Parte de la configuración de parámetros ópticos .....	14
Ilustración 6 Sección de la configuración para la habilitación de servicio de los clientes .....	14
Ilustración 7 Configuración para la identificación de los modelos de los CPEs .....	15
Ilustración 8 Modelos agregados a GenieACS .....	15
Ilustración 9 Diagramas de análisis de estado de los CPEs.....	16
Ilustración 10 Listado de CPE para realizar la gestión .....	17
Ilustración 11 Listado de archivos de los CPEs.....	18
Ilustración 12 Recolección inicial de los datos.....	19
Ilustración 13 Parámetros ópticos y WAN .....	20
Ilustración 14 Parámetros inalámbricos y LAN .....	21
Ilustración 15 Ping test .....	22
Ilustración 16 Sistema web nativo para equipo Huawei .....	22
Ilustración 17 Configuración de parámetros ópticos e inalámbricos.....	23
Ilustración 18 Sistema GenieACS para equipo Huawei.....	24
Ilustración 19 Sistema web nativo para equipo ZTE.....	25
Ilustración 20 Configuraciones inalámbricas básicas para equipo ZTE.....	26
Ilustración 21 Sistema GenieACS para equipo ZTE .....	26
Ilustración 22 Configuraciones desde sistema GenieACS para equipo ZTE .....	27
Ilustración 23 Sistema web nativo para equipo TP-Link .....	28
Ilustración 24 Configuraciones inalámbricas para equipo TP-Link .....	28
Ilustración 25 Estadísticas del sistema web nativo para equipo TP-Link.....	29
Ilustración 26 Sistema GenieACS para equipo TP-Link .....	29
Ilustración 27 Interferencia detectada.....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros ópticos e inalámbricos.....	6
Tabla 2 Parámetros inalámbricos esenciales en la configuración .....	13
Tabla 3 Lista de CPEs más representativos.....	16

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la calidad y eficiencia del servicio prestado por los proveedores de internet (ISP) se ha convertido en un pilar fundamental para satisfacer las crecientes demandas de los usuarios finales. En este contexto, el monitoreo continuo y efectivo de los parámetros de red resulta crucial para garantizar una experiencia de usuario óptima. Este trabajo complejo propone la implementación de un sistema de monitoreo utilizando GenieACS, una plataforma avanzada de gestión de equipos, para el análisis unificado de parámetros ópticos e inalámbricos en equipos de usuarios finales.

GenieACS se destaca por su capacidad para gestionar una amplia gama de dispositivos mediante el protocolo TR-069, lo que lo convierte en una herramienta ideal para monitorear tanto los parámetros ópticos de conexiones de fibra como los parámetros de redes inalámbricas. La integración de esta plataforma permitirá a los ISP no solo supervisar el rendimiento de los equipos de manera más integral, sino también obtener una visión holística de la red, facilitando así la identificación proactiva de problemas y optimizando la experiencia del usuario final.

### 1.1 Descripción del problema

En el transcurso del 2024, varios usuarios en Ecuador reportaron interrupciones en el servicio de internet debido a problemas de los sistemas de administración que dependen los servicios por fibra óptica. Estas fallas impactaron tanto a clientes residenciales como a empresas, generando grandes pérdidas de productividad y afectando el acceso a servicios esenciales, tomando como uno de los ejemplos el proveedor Xtrim que fue reportado por la ARCOTEL [1].

Existe una ineficiencia en la resolución de problemas de conectividad en los ISPs a nivel nacional. Esta ineficiencia viene dada por la falta de un sistema que unifique la administración de equipos finales indiferentemente de la marca. Cada equipo, ya

sea router u ONT, tiene su propio sistema de administración, y no resulta eficiente acceder a cada uno de manera independiente.

Adicional, no todos los sistemas de administración proporcionan la información técnica completa que permita identificar o ajustar los parámetros de interés para mejorar la calidad del servicio del usuario, pues cada una focaliza ciertos parámetros, que no necesariamente son de utilidad al momento de analizar las falencias del servicio que presenten los clientes.

Debido a esta carencia, los proveedores de internet pueden tener dificultades para identificar y solucionar problemas de conectividad en tiempo real. Esto puede resultar en largos períodos de inactividad para los clientes, generando una mala experiencia del usuario y pérdida de confianza en el proveedor. Aparte, los técnicos pueden necesitar realizar múltiples visitas al sitio para diagnosticar y resolver el problema, lo que aumenta los costos operativos para el proveedor.

## **1.2 Justificación**

Debido a que existe una creciente necesidad de los proveedores de servicios de internet (ISP) de monitorear de manera proactiva los equipos de sus usuarios finales para mejorar la calidad del servicio, se propone desarrollar una solución a partir del software de monitoreo “GenieACS”, el cuál es escalable en cuanto a la cantidad de parámetros que se pueden obtener de los equipos de usuarios finales o CPEs (routers, puertas de enlace, ONTs, Puntos de Acceso, entre otros).

Se programará este sistema en base al protocolo TR-069 para obtener datos referentes a los tipos de redes inalámbricas y a las tecnologías que pueden operar diferentes modelos de ONTs y routers. Algunos de estos datos son: los dispositivos conectados, ya sea alámbrica e inalámbricamente, su señal de recepción, su tráfico; además de herramientas para testear conectividad como Ping, Tracert, y ancho de banda.

Este sistema proporcionará una solución integral para el monitoreo y análisis de parámetros críticos en los equipos de usuarios finales de ISPs. Las futuras extensiones podrían incluir la integración con otros sistemas de gestión de redes y la implementación de capacidades de predicción mediante técnicas de autoconfiguración [2].

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Desarrollar un sistema integrado que permita el monitoreo y análisis unificado de parámetros ópticos e inalámbricos en equipos de usuarios finales, utilizando GenieACS basándose en el protocolo TR-069, para mejorar la gestión y optimización del rendimiento de las redes en proveedores de internet.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

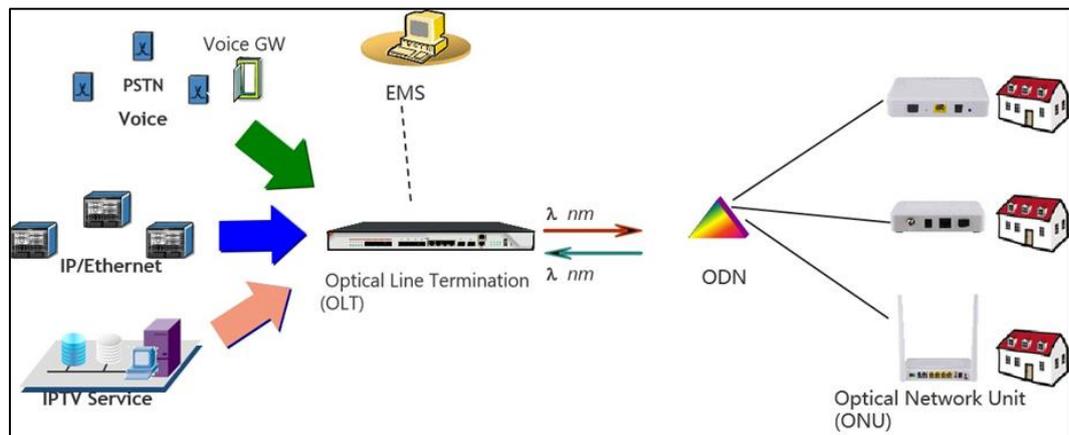
- Configurar y adaptar el servidor GenieACS para la gestión de datos desde los equipos CPE, desarrollando un módulo de análisis que procese la información recolectada, identifique patrones y detecte anomalías para mejorar la toma de decisiones de los operadores del ISP.
- Implementar una interfaz donde se visualice en tiempo real los parámetros monitoreados, ofreciendo herramientas para la evaluación del rendimiento de los equipos de la red, mejorando así la gestión operativa del ISP.
- Evaluar la eficiencia y precisión del sistema en la detección de problemas de rendimiento mediante pruebas comparativas con los sistemas actuales.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Conceptos básicos de redes FTTH enfocado a GenieACS**

La tecnología FTTH (fibra hasta el hogar) ha transformado el ámbito de las telecomunicaciones al brindar acceso a Internet de alta velocidad directamente a las viviendas. Utiliza cables de fibra óptica para transmitir datos a grandes velocidades, asegurando una conectividad superior. Los elementos esenciales de esta tecnología incluyen cables de fibra óptica, que transmiten datos mediante luz

y minimizan la pérdida de señal, y terminales de red óptica (ONT), que convierten las señales ópticas en eléctricas para su uso en dispositivos domésticos como ordenadores y televisores. [3]



**Ilustración 1 Diagrama general de una red FTTH [4]**

En la Ilustración 1 se muestra un diagrama general de una red FTTH. A la izquierda, se encuentran los servicios de voz (PSTN/Voice), IP/Ethernet y IPTV, que se conectan a través de una *Optical Line Termination* (OLT). Esta OLT actúa como el punto central donde se recibe y distribuye la señal óptica. El enlace se divide a través de una red óptica distribuida (ODN), que envía la señal hacia varias *Optical Network Units* (ONU) ubicadas en los hogares, donde la señal óptica se convierte en eléctrica para ser utilizada en dispositivos finales. [4]

El elemento de sistema de administración (EMS) administra tipos específicos de uno o más elementos de red dentro de una red de gestión de telecomunicaciones (TMN). Normalmente, el EMS gestiona funciones y capacidades de los elementos de red, pero no necesariamente el tráfico de datos. El EMS se comunica con los sistemas de gestión de red de nivel superior (NMS) para manejar el tráfico entre sí y otros elementos de la red, facilitando así la interacción entre los componentes de la infraestructura de telecomunicaciones [5].

Se hace enfoque al EMS pues este vendría a ser reemplazado por el sistema GenieACS en el diagrama, pues tienen enfoques similares, dado que un EMS se utiliza para gestionar elementos de red individuales (como OLTs u ONUs),

mientras que GenieACS está diseñado para la gestión de dispositivos CPE (equipos en la premisa del cliente), como routers y ONTs, a través del protocolo TR-069. GenieACS permite la configuración, monitoreo y diagnóstico remoto de estos dispositivos, lo que lo convierte en una solución integral más completa para ISPs en la administración de redes y enfocada más a la atención de los clientes y habilitación de los servicios de estos.

#### 1.4.2 Parámetros ópticos e inalámbricos en CPEs

Los Equipos de Cliente (CPEs) son dispositivos esenciales en las redes de los proveedores de internet (ISP), ya que actúan como la interfaz entre la red del ISP y el usuario final. Los CPEs pueden incluir routers, módems y otros dispositivos que permiten la conexión a internet. Los parámetros ópticos e inalámbricos son cruciales para evaluar el rendimiento y la calidad del servicio en estos equipos.

##### ***Parámetros ópticos***

Los parámetros ópticos se refieren a las características de la señal óptica que se transmite a través de fibras ópticas. Algunos de los parámetros clave incluyen:

Potencia de Señal (PS): La cantidad de energía de la señal óptica medida en decibelios (dBm).

Pérdida de Señal (PL): La reducción de la potencia de la señal a medida que viaja a través de la fibra, medida en decibelios por kilómetro (dB/km).

$$PL = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{P_{in}}{P_{out}} \right) \quad (1.1)$$

Donde  $P_{in}$  es la potencia de entrada y  $P_{out}$  es la potencia de salida

Ruido: La interferencia no deseada que afecta la señal óptica, medida en unidades de ruido (dB).

### **Parámetros inalámbricos**

Los parámetros inalámbricos se refieren a las características de la señal inalámbrica que se transmite a través del aire. Algunos de los parámetros clave incluyen:

Fuerza de Señal (RSSI): La medida de la potencia de la señal recibida por el dispositivo, medida en decibelios (dBm).

Relación Señal/Ruido (SNR): La relación entre la señal deseada y el ruido de fondo, medida en decibelios (dB).

$$SNR = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{P_{señal}}{P_{ruido}} \right) \quad (1.2)$$

Donde  $P_{señal}$  es la potencia de la señal y  $P_{ruido}$  es la potencia del ruido.

Velocidad de Datos (Mbps): La velocidad a la que se transfiere datos a través de la red inalámbrica, medida en megabits por segundo (Mbps) [6].

A continuación, se representan en la Tabla 1 los parámetros más relevantes que se pueden analizar con el sistema GenieACS.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>
Potencia de señal	dBm	Energía de la señal óptica
Pérdida de señal	dB/km	Reducción de la potencia de la señal
Ruido	dB	Interferencia no deseada
Fuerza de señal	dBm	Potencia de la señal inalámbrica recibida
Relación señal/ruido	dB	Relación entre señal y ruido
Velocidad de datos	Mbps	Velocidad de transferencia de datos en megabits por segundo

**Tabla 1 Parámetros ópticos e inalámbricos**

### 1.4.3 Protocolo TR-069 y ventajas de su aplicación en la gestión de redes

El Protocolo TR-069, también conocido como CWMP (CPE WAN Management Protocol), es un estándar de la industria de las telecomunicaciones desarrollado por el Foro de la Banda Ancha. Este protocolo permite la gestión remota de dispositivos en las instalaciones del cliente (CPE), como routers, módems y switches, a través de una red de Protocolo de Internet (IP)

TR-069 define un conjunto de parámetros y métodos para la gestión remota de dispositivos CPE. Estos parámetros incluyen configuraciones de red, ajustes de seguridad y estadísticas de rendimiento. El protocolo permite a los proveedores de servicios de internet (ISP) realizar tareas como la configuración inicial, la actualización de firmware, la resolución de problemas y el monitoreo del estado del dispositivo.

Algunas de las ventajas de aplicaciones de la implementación de TR-069 en la gestión de redes son:

**Automatización:** TR-069 permite la automatización del despliegue y la configuración de dispositivos, reduciendo el tiempo y los costos asociados con la gestión manual.

**Monitoreo y Mantenimiento:** Los ISP pueden monitorear el rendimiento de los dispositivos CPE en tiempo real, identificar problemas y realizar ajustes necesarios sin intervención física.

**Mejora de la Experiencia del Usuario:** Al optimizar la configuración y el rendimiento de los dispositivos, los ISP pueden proporcionar una mejor calidad de servicio y una experiencia de usuario más satisfactoria [7].

#### ***Ejemplos de uso***

**Configuración Inicial:** Los ISP pueden utilizar TR-069 para configurar automáticamente los dispositivos CPE al momento de su instalación, asegurando que estén configurados correctamente desde el principio.

Actualización de Firmware: TR-069 permite la distribución y la instalación de actualizaciones de firmware de manera remota, asegurando que los dispositivos estén siempre actualizados con las últimas mejoras de seguridad y rendimiento.

Resolución de Problemas: Los ISP pueden utilizar TR-069 para diagnosticar y resolver problemas de red de forma remota, minimizando el tiempo de inactividad para los usuarios [8].

### 1.4.4 Visión general de GenieACS

GenieACS es una solución de código abierto para la gestión remota de dispositivos que utiliza el Protocolo TR-069 (CWMP - CPE WAN Management Protocol). Desarrollado para ser rápido y ligero, GenieACS permite a los proveedores de servicios de internet (ISP) gestionar y monitorear dispositivos de cliente (CPE) de manera eficiente y efectiva.

En la Ilustración 2 se muestra una visión general de cómo es la plataforma que proporciona GenieACS.

The screenshot displays the GenieACS dashboard with several key sections:

- Network Performance Metrics:** Three pie charts for CNR, RSSI, and Online status.
  - CNR:** Good quality: 11818 (83.43%), Acceptable quality: 1028 (6.95%), Poor quality: 1255 (7.63%), Total: 13702.
  - RSSI:** Good coverage: 12183 (98.42%), Acceptable coverage: 251 (1.43%), Poor coverage: 22 (0.12%), Total: 12456.
  - Online:** Online now: 12215 (44.47%), Past 24 hours: 6622 (18.66%), Offline: 12238 (36.87%), Total: 28075.
- Editing provision:** A section titled "Flujo de trabajo de aprovisionamiento arbitrariamente complejo" showing a script for provisioning a device.
- Listing devices:** A table with filters and a search bar.
 

Product Class	Software Version	HW Version	MAC
HG8247H	V3R015C10S130	4B4.A	54:51:1B:95:4D:EE
HG8247H	V3R015C10S130	4B4.A	E8:BD:D1:CF:66:1C
HG8247H	V3R015C10S130	4B4.A	E8:BD:D1:CC:BF:Cf
HG8247H	V3R015C10S130	4B4.A	54:51:1B:95:44:84
HG8245H	V3R015C10S130	494.B	84:5B:12:BA:14:DC
- Editing preset:** A section titled "Programación del lanzamiento nocturno de firmware" with fields for Name, Channel, Weight, Schedule, Events, and Precondition.

Ilustración 2 Visión general de GenieACS [9]

### ***Características principales***

**Gestión Remota:** GenieACS permite la configuración, el monitoreo y la resolución de problemas de dispositivos CPE de forma remota.

**Provisión Avanzada:** Ofrece capacidades avanzadas de provisión de dispositivos, incluyendo la configuración scriptable para manejar escenarios complejos.

**API HTTP:** Una API HTTP rica permite una fácil integración con otros sistemas y herramientas.

**Escalabilidad:** GenieACS es escalable horizontalmente, lo que le permite gestionar cientos de miles, e incluso millones, de dispositivos.

**Soporte Comunitario:** Es una solución respaldada por una comunidad activa y cuenta con soporte comercial para necesidades más avanzadas [10].

### ***Aplicaciones y beneficios***

**Automatización de Tareas:** GenieACS automatiza tareas como la configuración inicial, la actualización de firmware y la resolución de problemas, reduciendo la carga de trabajo manual.

**Monitoreo en Tiempo Real:** Permite a los ISP monitorear el rendimiento de los dispositivos en tiempo real, identificando y resolviendo problemas rápidamente.

**Mejora de la Experiencia del Usuario:** Al optimizar la configuración y el rendimiento de los dispositivos, los ISP pueden proporcionar una mejor calidad de servicio y una experiencia de usuario más satisfactoria.

### ***Ejemplos de uso***

**Configuración Inicial:** Los ISP pueden utilizar GenieACS para configurar automáticamente los dispositivos CPE al momento de su instalación.

Actualización de Firmware: GenieACS permite la distribución y la instalación de actualizaciones de firmware de manera remota, asegurando que los dispositivos estén siempre actualizados.

Resolución de Problemas: Los ISP pueden utilizar GenieACS para diagnosticar y resolver problemas de red de forma remota, minimizando el tiempo de inactividad para los usuarios.

#### **1.4.5 Marco normativo de GenieACS**

Para el marco normativo orientado al uso de GenieACS bajo las normativas de Ecuador, se deben considerar las regulaciones relacionadas con la gestión de redes y la seguridad de la información. A continuación, se enuncian las leyes que cumple el sistema en su desarrollo:

Ley Orgánica para la Transformación Digital y Audiovisual: Esta ley establece las políticas, directrices y normativas para la transformación y el gobierno digital en Ecuador. El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información es responsable de emitir normativas relacionadas con la gestión de redes y la seguridad de la información [11].

Resolución Nro. ARCERNNR-013/2021: Esta resolución de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR) promueve el uso de tecnologías ambientalmente limpias y establece principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia en sectores estratégicos como las telecomunicaciones [12].

Regulación Nro. ARCONEL-005/24: Esta regulación de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) establece un marco normativo para los sistemas de generación distribuida para autoabastecimiento, lo cual puede ser relevante para la gestión de redes y la integración de dispositivos CPE [13].

Normativas de Ciberseguridad y Seguridad de la Información: El Gobierno Electrónico de Ecuador tiene normativas específicas sobre ciberseguridad y seguridad de la información que son aplicables a la gestión de redes y la protección de datos [14].

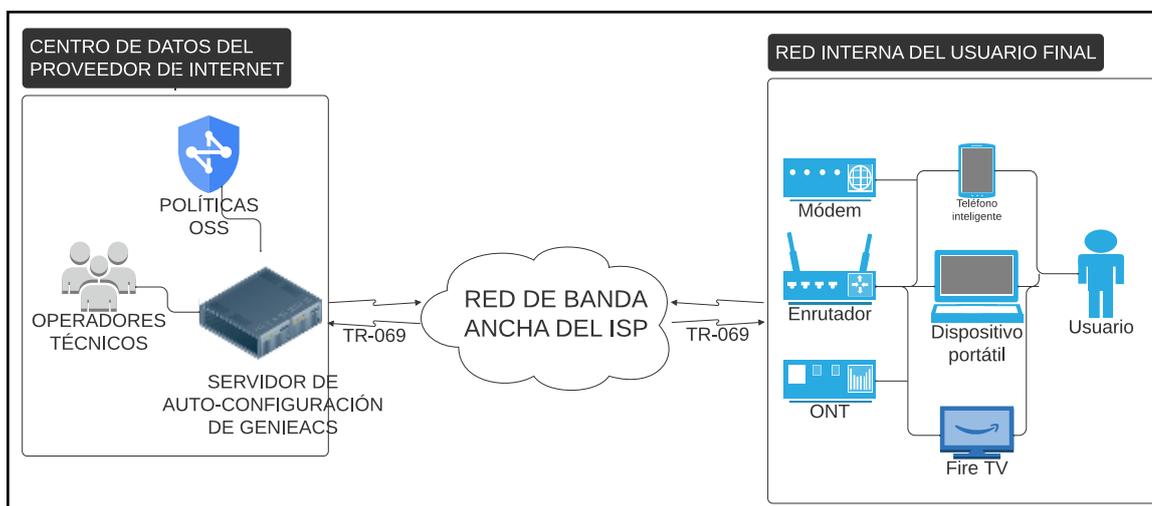
# CAPÍTULO 2

## 2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA

En esta sección se establecerá el diseño y desarrollo del sistema GenieACS y de manera concisa las configuraciones que se llevaron a cabo para su desarrollo e implementación.

### 2.1 Diseño del sistema GenieACS

A continuación, en la Ilustración 3 se muestra un diagrama ilustrativo que representa el diseño del sistema GenieACS.

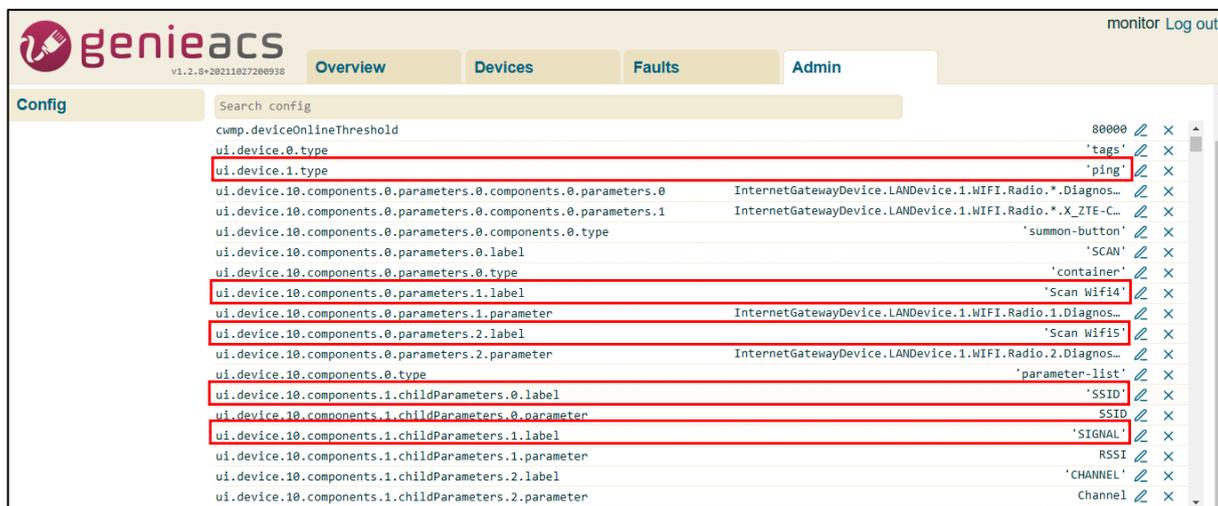


**Ilustración 3 Diagrama ilustrativo de la solución**

Se parte con la red de banda ancha del ISP, donde existe una conmutación basada en el protocolo TR-069 para la comunicación entre el servidor que se configura de manera automática de GenieACS y los CPEs (Modem, Enrutador y ONT) de los usuarios. Gracias a una política de sistema de soportes operacional (OSS), es posible acceder a estos equipos por medio de los operadores técnicos, y así se puede acceder a una infinidad de CPEs para identificar las falencias que puedan presentar los dispositivos de los usuarios como teléfonos inteligentes, portátiles, entre otros.

## 2.2 Configuración de GenieACS para la recolección de parámetros

En la Ilustración 4 se presenta parte de la configuración para la identificación y análisis de los parámetros inalámbricos.



**Ilustración 4 Parte de la configuración de parámetros inalámbricos**

Se observa cómo se declaran las variables para almacenar los nombres de redes tanto en redes Wi-Fi 4 y Wi-Fi 5 o “SSID”, adicional de la intensidad de señal recibida o RSSI, los canales del espectro inalámbrico, entre otros. A continuación, en la Tabla 2 se presenta detalladamente los parámetros que se resaltan y se declaran en la configuración del sistema.

Parámetro	Descripción
ping	Se genera un tipo de variable “ping” para poder realizar las pruebas de conexión y latencia desde el sistema.
Scan Wifi4	Se declara esta etiqueta para ejecutar la acción del parámetro que permite escanear las redes en la banda de 2.4 GHz.
Scan Wifi5	Se declara esta etiqueta para luego ejecutar la acción del parámetro que permite escanear las redes en la banda de 5 GHz.
SSID	Este parámetro almacena el nombre de red Wi-Fi de los CPEs.
SIGNAL	Aquí se declara esta etiqueta para almacenar la intensidad de señal recibida (RSSI) de los dispositivos de los usuarios.

**Tabla 2 Parámetros inalámbricos esenciales en la configuración**

En la Ilustración 5 se observa la configuración establecida para obtener la potencia recibida de los CPEs que vienen hacer las ONUs de una variedad de marcas.

### Editing charts

```

1 Signal Óptic:
2   label: '"Signal Óptic"'
3   slices:
4     1_Normal:
5       color: '"#00bd7c"'
6       filter: InternetGatewayDevice.WANDevice.1.X_GponInterafceConfig.RXPower >= -22
7       label: '"Normal"'
8     2_Atención:
9       color: '"#c8d422"'
10      filter: InternetGatewayDevice.WANDevice.1.X_GponInterafceConfig.RXPower <= -23
11             And InternetGatewayDevice.WANDevice.1.X_GponInterafceConfig.RXPower >
12             -30
13      label: '"Warning"'
14     3_Crítico:
15       color: '"#ff7a75"'
16       filter: InternetGatewayDevice.WANDevice.1.X_GponInterafceConfig.RXPower <= -27
17       label: '"Critical"'

```

**Ilustración 5 Parte de la configuración de parámetros ópticos**

El dato de la potencia óptica recibida en los CPEs es de gran importancia para determinar si la potencia óptica recibida está fuera de los umbrales aceptables, y con seguridad enviar a los técnicos para realizar la reparación o mejora en la atenuación de la fibra óptica. Se observa cómo se declararon los límites para determinar si la potencia óptica está normal, en advertencia o crítica, siendo los valores de -22, -23 y -27 [dBm] respectivamente. Ahora, en la Ilustración 6 se establece la configuración para que sea posible la habilitación de los clientes.

The screenshot shows the 'genieacs' web interface. The navigation bar includes 'Overview', 'Devices', 'Faults', and 'Admin' tabs. The main content area is titled 'Listing config' and displays a list of configuration items. Two items are highlighted with red boxes: 'CPE\_WAN\_PPPOE' and 'CPE\_WAN\_DHCP'.

**Ilustración 6 Sección de la configuración para la habilitación de servicio de los clientes**

De las líneas declaradas, se configuran las etiquetas de "CPE\_WAN\_PPPOE" y "CPE\_WAN\_DHCP" y los parámetros para que los usuarios puedan tener acceso a internet por medio de una conexión con un protocolo de punto a punto sobre

Ethernet (PPPoE), o por medio de una configuración por protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) respectivamente. Esta parte es vital y permite agilizar el proceso para habilitar el servicio de decenas de clientes todos los días en el proveedor de internet.

```

Editing charts
57 16_sr521:
58   color: "#FDEBD0"
59   filter: DeviceID.ProductClass = "XX230v"
60   label: "'Tp-link XX230v'"
61
62 17_sr17:
63   color: "#285006"
64   filter: DeviceID.ProductClass = "ONT-2GF-W"
65   label: "'Other_ONT-2GF-W'"
66
67 18_sr18:
68   color: "#eff9e7"
69   filter: DeviceID.ProductClass = "V624"
70   label: "'VSOL_ONT'"
71
72 19_sr19:
73   color: "#ca0f66"
74   filter: DeviceID.ProductClass = "xPON+1GE+1FE+WIFI"
75   label: "'Other_Xpon'"
76
77 1_sr360:
78   color: "#31a354"
79   filter: DeviceID.ProductClass = "HS8546V5"
80   label: "'HuaweiGw HS8546V5'"

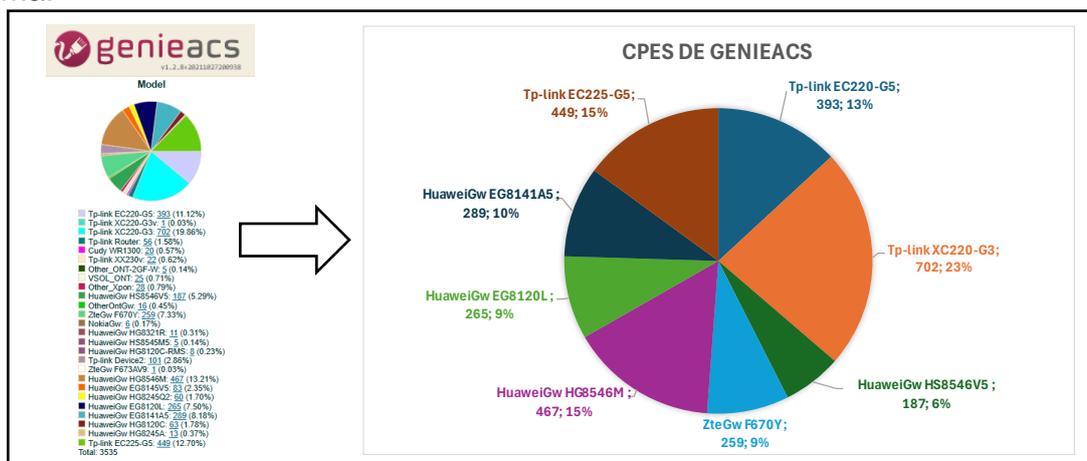
```

**Ilustración 7 Configuración para la identificación de los modelos de los CPEs**

En la Ilustración 7 se observa la declaración de comandos de una parte de todos los modelos que son compatibles con el sistema y se pueden monitorear. Se visualizan modelos de marcas como “TP-Link”, “VSOL” y “Huawei”, aunque existen más variedad como ZTE o Cudy. Se demuestra en la configuración como existe una amplia compatibilidad con varios CPEs.

### 2.3 Presentación de las secciones del sistema GenieACS

En la Ilustración 8 se pueden observar los modelos que están agregados en el sistema.



**Ilustración 8 Modelos agregados a GenieACS**

Se pueden representar en un diagrama circular la cantidad de CPEs con sus modelos, cada uno de estos modelos son administrables sin necesidad de ingresar otras credenciales para configurarlos. Se muestran de manera más detallada en

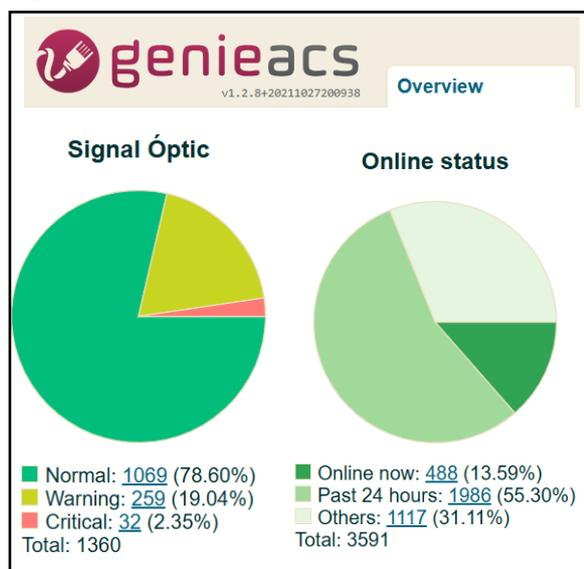
otro gráfico circular los CPEs más representativos del sistema que poseen la mayoría de los clientes, junto a la cantidad y valor porcentual, siendo el de más recurrencia el CPE TP-Link XC220-G3 con unca cantidad de 702 representando un 23% del total.

Ahora, en la Tabla 3, se enlistan los modelos más representativos de la Ilustración 8, junto con el tipo de CPE, modelo, cantidad y valor porcentual.

CPE	Tipo	Modelo	Cantidad	Porcentaje
TP-Link EC220-G5	Router	TP-Link	393	13,05%
TP-Link XC220-G3	ONT	TP-Link	702	23,31%
HuaweiGw HS8546V5	ONT	Huawei	187	6,21%
ZteGw F670Y	ONT	ZTE	259	8,60%
HuaweiGw HG8546M	ONT	Huawei	467	15,51%
HuaweiGw EG8120L	ONT	Huawei	265	8,80%
HuaweiGw EG8141A5	ONT	Huawei	289	9,60%
TP-Link EC225-G5	Router	TP-Link	449	14,91%
Total			3011	100,00%

**Tabla 3 Lista de CPEs más representativos**

En la Ilustración 9 se muestran dos diagramas circulares que detallan el estado de los equipos CPEs agregados.



**Ilustración 9 Diagramas de análisis de estado de los CPEs**

Por un lado, se aprecia la cantidad de CPEs que admiten una entrada óptica y muestra si el estado de la potencia óptica recibida está normal con un total de 1069, en advertencia con un total de 259, o crítica con un total de 32. Por otro lado, se

pueden observar también los dispositivos que muestran un estado en línea con un total de 488, un estado de estar activo ya pasado 24 horas con un total de 1986, y un estado de otros que vendrían a ser CPEs inactivos, que se han desagregado o que están en desuso con un total de 1117.

Serial number	Marca	Product class	Ont Power	Uptime	WANPPPOE	SSID	SSID_5G	Last inform
1CC0E13840C9	SFTG	ONT-2GF-W	not supported	15d 07:11:47	172.22.2.241	Systray-Snaider		31/10/2024, 4:03:03 a. m.
1CC0E13842F1		ONT-2GF-W				Systray-FamiliaProano		31/3/2024, 7:09:59 p. m.
1CC0E1384311		ONT-2GF-W				Systray-Andres		6/12/2022, 11:25:17 p. m.
1CC0E1384371		ONT-2GF-W				Systray-Arca		13/11/2024, 2:02:03 p. m.
1CC0E1384B69		ONT-2GF-W				Systray-int		27/3/2024, 10:34:47 a. m.
485754430324D59D	Huawei Technologies Co., Ltd	EG8120L	-20	0d 00:01:12	172.16.11.174			1/10/2024, 12:07:16 a. m.
485754430358C89D	Huawei Technologies Co., Ltd	EG8120L	-23	0d 00:01:37	172.16.104.37			13/11/2024, 10:01:20 a. m.
485754430380C99A		EG8120L						16/4/2023, 8:13:02 p. m.
48575443078C069D	Huawei Technologies Co., Ltd	EG8120L	-19	0d 00:01:11	172.16.106.173			13/11/2024, 10:19:39 a. m.
485754430A4C299A	Technologies Co., Ltd	EG8120L	-19	0d 00:01:14	172.16.11.125			14/3/2024, 3:03:41 p. m.

### Ilustración 10 Listado de CPE para realizar la gestión

En la Ilustración 10 se observa una vista del listado de los CPEs que se pueden monitorear. Se puede filtrar ya sea por el número serial que son los caracteres que se ven en la primera columna 48575443XXX, la marca que se observa por ejemplo en la segunda columna con “Huawei Technologies...”, la clase del producto que especifica el modelo como por ejemplo en la tercera columna se observan varios modelos EG8210L, el nombre de red Wi-Fi o SSID se que aprecian en la séptima columna por ejemplo “Systray-Snaider”, “Systray-FamiliaProano”, entre otros; la IP que quedó asignada para el acceso remoto al equipo que se presentan en la columna 6 por ejemplo la 172.22.2.241; adicional, en la columna 4 se puede ver brevemente la potencia que está recibiendo el equipo y darle asistencia en caso de que se encuentre fuera de los rangos permitidos, los valores que se muestran tales como -20, -23 y -19 [dBm] están dentro del rango permitido y no necesitan asistencia técnica.

The screenshot shows the GenieACS Admin interface. At the top, there is a navigation bar with the GenieACS logo and version information (v1.2.84+20211027200938). The main menu includes 'Overview', 'Devices', 'Faults', and 'Admin'. The 'Files' section is active, displaying 'Listing files'. Below this is a 'Filter' input field. The main content is a table with the following columns: Name, Type, OUI, Product Class, and Version. The table contains four rows of data, with the first and last rows highlighted in red. Each row has a 'Download' link to its right.

<input type="checkbox"/>	Name	Type	OUI	Product Class	Version	
<input type="checkbox"/>	F670L_V1.1.10P3N12C_UPGRADE_BOOTLDR.bin	1 Firmware Upgrade Image	F670Y	F670Y	V1.1.05	<a href="#">Download</a>
<input type="checkbox"/>	F670Y-TR069.bin	3 Vendor Configuration File	F670Y	F670Y	V1.1.05	<a href="#">Download</a>
<input type="checkbox"/>	XC220-G3-Dhcp-actual.bin	3 Vendor Configuration File	XC220-G3	XC220-G3	v1.0 00000000	<a href="#">Download</a>
<input type="checkbox"/>	XX230vv1_0.12.0_3.0.0_UP_BOOT_agc3000(24031...	1 Firmware Upgrade Image	XX230v	XX230v		<a href="#">Download</a>

Below the table, there is a '4/4 More Download' link and 'New' and 'Delete' buttons.

### Ilustración 11 Listado de archivos de los CPEs

En la Ilustración 11 se tiene una lista de archivos los cuales están almacenados en el repositorio del sistema GenieACS, estos archivos son de gran utilidad pues permiten actualizar el firmware de los CPEs en masa, sin necesidad de acceder uno por uno, o de subirle un archivo predefinido por el ISP en casos que el usuario esté sin servicio por haber manipulado los equipos, y de manera eficaz gracias a este sistema se le puede recuperar el servicio.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de los parámetros de red que se pueden extraer y escanear en GenieACS.

### 3.1 Análisis de resultados de un CPE en GenieACS

A continuación, se muestran los resultados de los datos que se pueden obtener de un CPE en GenieACS, así como el análisis de los parámetros ópticos e inalámbricos.

#### 3.1.1 Recolección de datos iniciales

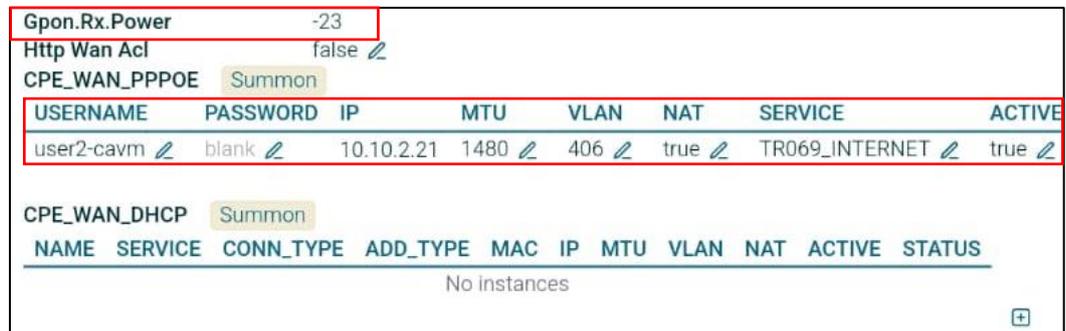
En la Ilustración 12 se presenta un ejemplo de un CPE con los datos de interés para el análisis de la calidad del servicio de internet. Para empezar, se puede observar datos tales como la IP a la cual se está teniendo respuesta de 1 ms permitiendo el acceso vía web, seguido de la fecha y hora de la última conexión, el número serial, modelo, etc. Y más importante, se pueden modificar aspectos de la red inalámbrica, como su activación/desactivación, cambios en su canal de operación, entre otros.

Parameter	Value
Pinging 172.16.58.243	1 ms
Last inform	14/11/2024, 12:53:27 p.m. ● Online now <a href="#">Summon</a>
Serial number	485754430243579C
Product class	HG8546M
Manufacturer	Huawei Technologies Co., Ltd
Hardware version	1007.A
Uptime	0d 02:45:04
Software version	V3R017C10S125
Mem Usage	42
Cpu Usage	11
RadioEnable 2.4Ghz	true <a href="#">🔗</a>
Channel 2.4Ghz Auto	true <a href="#">🔗</a>
Power Level 2.4Ghz	100 <a href="#">🔗</a>
SSID 2.4Ghz Advertisement	false <a href="#">🔗</a>
Channel 2.4Ghz	2 <a href="#">🔗</a>
SSID 2.4Ghz	VIETNAM <a href="#">🔗</a>
Password 2.4Ghz	blank <a href="#">🔗</a>

Ilustración 12 Recolección inicial de los datos

### 3.1.2 Análisis de parámetros ópticos y WAN

En la Ilustración 13 se observan los parámetros ópticos y de la WAN (Red de Área Amplia).



Gpon.Rx.Power	-23									
Http Wan Acl	false									
CPE_WAN_PPPOE	Summon									
USERNAME	PASSWORD	IP	MTU	VLAN	NAT	SERVICE	ACTIVE			
user2-cavm	blank	10.10.2.21	1480	406	true	TR069_INTERNET	true			
CPE_WAN_DHCP	Summon									
NAME	SERVICE	CONN_TYPE	ADD_TYPE	MAC	IP	MTU	VLAN	NAT	ACTIVE	STATUS
No instances										

**Ilustración 13 Parámetros ópticos y WAN**

En primera instancia, se puede apreciar la potencia óptica recibida del puerto GPON del CPE, la cuál es -23 dBm, estando dentro del rango aceptable. Luego, está la sección para la habilitación del servicio de internet a partir de la configuración WAN del CPE, donde se pueden ingresar los datos tales como el nombre de usuario y contraseña del protocolo PPPoE, la IP que es asignada dinámicamente de un pool reservado para la conexión a través de este protocolo, la cantidad máxima de paquetes MTU, la habilitación de la NAT y el tipo de servicio.

En este caso, el servicio está dado por el protocolo TR-069 más internet para que pueda ser posible la administración por GenieACS. Como este CPE tomado de ejemplo está configurado por PPPoE, en la sección de WAN DHCP no se tiene ningún dato que analizar.

### 3.1.3 Análisis de parámetros inalámbricos y LAN

En la Ilustración 14 se visualizan los parámetros inalámbricos y de la LAN (Red de Área Local). Estos parámetros son esenciales a la hora de determinar si un servicio puede estar presentando alguna falencia en su red interna, analizando desde lo alámbrico, inalámbrico, los tipos de dispositivos que conecta y la señal recibida o RSSI de cada dispositivo.

LAN hosts			
Host name	IP address	MAC address	Interface Type
Infinix-HOT-11-Play	192.168.88.38	1a:ff:64:51:f1:b1	802.11
android-aa69173cd155bdcc	192.168.88.6	54:f2:01:b2:ed:63	802.11
HONOR-X8a	192.168.88.25	72:7a:db:a6:03:1d	802.11

CPE LAN PORT STATUS		
PORT NAME	PORT STATUS	PORT SPEED
eth0:1	NoLink	Auto_10
eth0:2	NoLink	Auto_10
eth0:3	NoLink	Auto_10
eth0:4	NoLink	Auto_10

WIFI4 <span>Summon</span>							
MAC	SIGNAL	CHANNEL BW	WORK MODE	ANT NUM	TxRate	RxRate	
50:3D:C6:7D:07:5C	-78	20MHz	11n	1*1	65	39	
1A:FF:64:51:F1:B1	-51	20MHz	11n	1*1	72	72	
72:7A:DB:A6:03:1D	-51	20MHz	11n	1*1	72	72	
D0:DB:32:09:A3:CE	-54	20MHz	11n	1*1	72	72	

SCAN <span>Summon</span>					
SSID	SIGNAL	CHANNEL	BSSID	STANDARD	
blank	-74	1	82:AF:CA:28:F8:80	11b/g/n	
WIFITV	-75	1	80:AF:CA:38:F8:80	11b/g/n	
Ferxita	-80	3	80:AF:CA:31:75:6C	11b/g/n	
XTRIM_FAMILIA_TANDALIA	-66	3	B8:F0:B9:9B:C4:78	11b/g/n	

**Ilustración 14 Parámetros inalámbricos y LAN**

Se pueden apreciar los anfitriones o hosts que son los dispositivos de los usuarios registrados en la tabla de conexiones, seguido de los 4 puertos LAN que tiene el CPE. Luego, se tienen los dispositivos conectados en tiempo real identificados por su MAC Wi-Fi, de los cuales se pueden obtener varios datos inalámbricos, los más importantes corresponden a la señal recibida, el ancho de banda del canal, y la tasa de transmisión/recepción. Además, se observan los APs vecinos que ha escaneado el CPE junto a los canales que están ocupando, y estos datos sirven para analizar cuál de esas redes vecinas tienen mayor intensidad de señal, para setear el CPE en un canal que no esté ocupado.

### 3.2 Validación mediante un test del sistema implementado

En la Ilustración 15 se tiene un resultado de un ping realizado a la IP de Google 8.8.8.8.

En esta sección, se realizó un ping a la IP mencionada desde la herramienta que se configuró en GenieACS, se enviaron 4 paquetes, y todos fueron recibidos con un promedio de retraso de 24 ms, siendo una respuesta aceptable.

PING TEST	Summon
IP	8.8.8.8 ↗
INTERFACE	blank ↗
NPING	4 ↗
STATE	Complete ↗
PERDIDOS	0
RECIBIDOS	4
MIN	23
MAX	26
AVERAGE	24

**Ilustración 15 Ping test**

### 3.3 Discusión del sistema implementado frente a los demás sistemas

A continuación, se presentan evidencias de los sistemas web que tienen los equipos de marcas principales como Huawei, TP-Link y ZTE que se han agregado al sistema GenieACS, así como las ventajas y desventajas frente a los otros sistemas.

#### 3.3.1 Sistema web de equipos Huawei vs GenieACS

En la Ilustración 16 se presenta la interfaz del sistema web de un equipo ONT Huawei modelo HG8546M.

The screenshot shows the web management interface for a Huawei HG8546M device. The interface includes a navigation menu on the left with options like WAN Information, VoIP Information, WLAN Information, Smart WiFi Coverage, Eth Port Information, DHCP Information, Optical Information, Device Information, Remote Manage, User Device Information, and Service Provisioning Status. The main content area displays 'Status > Device Information' with a table of device details. A red box highlights the 'Device Type', 'Description', and 'SN' fields.

Status > Device Information	
On this page, you can view basic device information.	
Device Type:	HG8546M
Description:	EchoLife HG8546M GPON Terminal (CLASS B+PRODUCT ID:21500830862SH5910419/CHIP:00050020170310)
SN:	48575443065F2396 (HWTC065F2396)
Hardware Version:	767 A
Software Version:	V3R017C10S102
Manufacture Info:	21500830862SH5910419.C412
ONT Registration Status:	05(Operation state)
ONT ID:	4
CPU Usage:	27%
Memory Usage:	74%
Custom Info:	COMMON
System Time:	2024-12-03 11:54:44-05:00

**Ilustración 16 Sistema web nativo para equipo Huawei**

Se puede apreciar la información general del equipo, una breve descripción, el número serial SN, entre otros. Adicional, en la Ilustración 17 se observan los demás campos para saber más datos del estado del equipo, como la información óptica, la información WLAN, etc. La interfaz del sistema brinda la información óptica de la potencia recibida que refleja un valor de -20.76 dBm, estando dentro del rango aceptable. Por último, se muestra en una ventana configuraciones

avanzadas de la WLAN que permiten cambiar tanto el canal como el ancho del canal, para optimizar la red inalámbrica en caso que hubiera alguna interferencia.

The image displays two screenshots of the Huawei HG8546M web management interface. The top screenshot shows the 'Optical Information' page, which includes a table of optical parameters. The 'RX Optical Power' row is highlighted with a red box, showing a value of -20.76 dBm. The bottom screenshot shows the 'WLAN Advanced Configuration' page, which includes a table of WLAN parameters. The 'Channel' and 'Channel Width' rows are highlighted with a red box, showing values of 4 and 20 MHz respectively.

Parameter	Current Value	Reference Value
Optical Signal Sending Status:	Auto	Auto
TX Optical Power:	2.12 dBm	0.5 to 5 dBm
<b>RX Optical Power:</b>	<b>-20.76 dBm</b>	<b>-27 to -8 dBm</b>
Working Voltage:	3211 mV	3100 to 3500 mV
Bias Current:	8 mA	0 to 90 mA
Working Temperature:	41 °C	-10 to +85 °C

Parameter	Value	Default
TX Power:	100%	
Regulatory Domain:	Ecuador	
<b>Channel:</b>	<b>4</b>	
<b>Channel Width:</b>	<b>20 MHz</b>	
Mode:	802.11b/g	
DTIM Period:	1	(1-255, default: 1)
Beacon Period:	100	(20-1000 ms, default: 100)
RTS Threshold:	2346	(1-2346 bytes, default: 2346)
Fragmentation Threshold:	2346	(256-2346 bytes, default: 2346)

### Ilustración 17 Configuración de parámetros ópticos e inalámbricos

En la Ilustración 18 se presenta una interfaz que analiza los datos del mismo equipo Huawei pero a partir del sistema GenieACS. Se evidencia como refleja los mismos datos, pero más precisos e integrados en una sola ventana, siendo más eficaz a la hora de identificar alguna falencia que presente el cliente en el servicio. Se observa como el canal seleccionado es el 4, igual como se muestra en la Ilustración 17, y se puede fácilmente realizar un escaneo de las redes Wi-Fi vecinas, para determinar si la red Wi-Fi del cliente se está interfiriendo con otra red; sin embargo, el canal 4 no presenta interferencias.

**00259E-HG8546M-48575443065F2396**

< +

Pinging 172.16.58.193: 1 ms

**Last inform** 3/12/2024, 12:14:31 p. m. ● Online now [Summon](#)

**Serial number** 48575443065F2396

**Product class** HG8546M

**Manufacturer** Huawei Technologies Co., Ltd

**Hardware version** 767.A

**Uptime** 0d 08:20:02

**Software version** V3R017C10S102

**Mem Usage** 79

**Cpu Usage** 38

**RadioEnable 2.4Ghz** true [↗](#)

**Channel 2.4Ghz Auto** false [↗](#)

**Power Level 2.4Ghz** 100 [↗](#)

**SSID 2.4Ghz Advertisement** false [↗](#)

**Channel 2.4Ghz** 4 [↗](#)

**SSID 2.4Ghz** JAVIER [↗](#)

**Password 2.4Ghz** blank [↗](#)

**Gpon.Rx.Power** -20

**Http Wan Acl** false [↗](#)

**CPE\_WAN\_PPPOE** [Summon](#)

**LAN hosts**

Host name	IP address	MAC address	Interface Type
Galaxy-A10s	192.168.100.115	b2:7a:cb:0e:0e:be	802.11

**CPE LAN PORT STATUS**

PORT NAME	PORT STATUS	PORT SPEED
eth0.1	NoLink	Auto_10
eth0.2	NoLink	Auto_10
eth0.3	NoLink	Auto_10
eth0.4	NoLink	Auto_10

**WIFI4** [Summon](#)

MAC	SIGNAL	CHANNEL BW	WORK MODE	ANT NUM	TxRate	RxRate
b2:7a:cb:0e:0e:be	-66	20MHz	11g	0*0	54	24

**SCAN** [Summon](#)

SSID	SIGNAL	CHANNEL	BSSID	STANDARD
LOCAL CD	-64	1	3c:e8:24:6f:70:78	11b/g/n
SYSTRAY	-84	5	c0:51:5c:db:20:97	11b/g/n
NETLIFE JOSE FRANCISCO	-84	7	dc:21:e2:89:ed:98	11b/g/n
DAVIET	-84	11	58:d9:d5:54:48:14	11b/g/n
FIBERGO-SOFIA MENDOZA	-88	11	90:91:64:17:e2:b9	11b/g/n
FIBERGO-SOFIA MENDOZA	-60	11	f8:70:0c:84:83:29	11b/g/n
FIBERGO-SOFIA MENDOZA-EXT	-68	11	90:91:64:8a:82:0d	11b/g/n

**Ilustración 18 Sistema GenieACS para equipo Huawei**

### 3.3.2 Sistema web de equipos ZTE vs GenieACS

En la Ilustración 19 se presenta la interfaz del sistema Web de un equipo ONT ZTE modelo F670Y. Se muestra en la primera ventana la interfaz principal del administrador web. Se destacan varios apartados: Los dispositivos conectados de manera inalámbrica o por cable (LAN), el estado del equipo, las configuraciones de acceso a internet (WAN), administración y diagnóstico, entre otros.

En una siguiente ventana, se visualiza las configuraciones globales WLAN (Wi-Fi). Esta sección permite la configuración del canal, el ancho de canal, y la potencia de transmisión.

The screenshot displays the ZTE web management interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home', 'Topology', 'Internet', 'Local Network', and 'Management & Diagnosis' (highlighted with a red box). Below the navigation bar, there is a 'WAN Setting' link (highlighted with a red box) and a diagram showing a 'Firewall' connected to a wireless router. The main content area is divided into sections: 'Device List' (with 'WLAN Devices' highlighted in a red box), 'LAN Devices', and 'USB Devices'. The 'WLAN Device List' table is highlighted with a red box and contains the following data:

Name	MAC Address	IPv4 Address	IPv6 Address
Galaxy-A02	2e:43:44:e9:9a:7e	192.168.90.15	fe80::2c43:44ff:fe9:9a7e
Infinix-HOT-40i	1a:73:d5:16:88:9a	192.168.90.12	fe80::1873:d5ff:fe16:889a
DESKTOP-TN32NBP	fc:01:7c:54:68:cb	192.168.90.16	fe80::8d5:51ff:488b:bf04

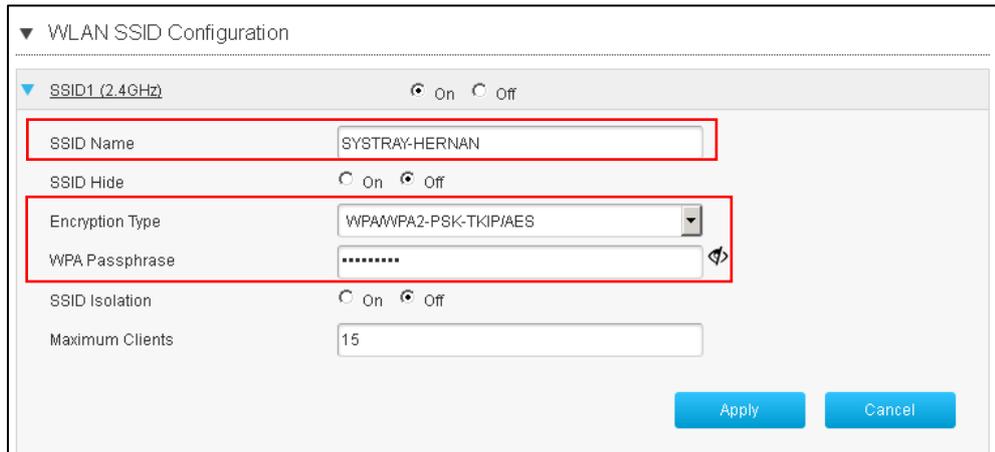
Below the device list is the 'WLAN Global Configuration' section, specifically for the '2.4GHz' band. This section contains several configuration parameters, with 'Channel', 'Band Width', and 'Transmitting Power' highlighted in red boxes:

- Channel: Auto
- Channel Scan Timer: 3 min
- Statistic Information Timer: 3 min
- Traffic Threshold in KBytes: 250 kbytes
- Ratio of Error/Loss Packets: 30 %
- Mode: Mixed (802.11 b/g/n)
- Country/Region: Ecuador
- Band Width: Auto
- SIG: On
- Beacon Interval: 100 ms
- Transmitting Power: 100%

At the bottom right of the configuration section, there are 'Apply' and 'Cancel' buttons.

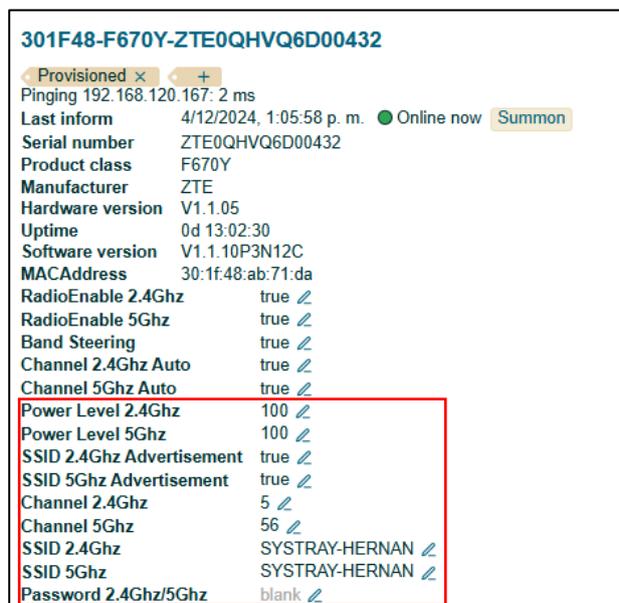
**Ilustración 19 Sistema web nativo para equipo ZTE**

Adicional, en la Ilustración 20 se presenta otro apartado con aspectos generales de la configuración WLAN, como el nombre, el tipo de encriptación y la contraseña del Wi-Fi.



**Ilustración 20 Configuraciones inalámbricas básicas para equipo ZTE**

En la Ilustración 21 se presenta la interfaz donde se analizan los datos del mismo equipo ZTE pero a partir del sistema GenieACS.



**Ilustración 21 Sistema GenieACS para equipo ZTE**

Tal como en la Ilustración 18, se destaca la ventaja de que en una sola página el sistema muestre los datos más relevantes que permiten analizar los parámetros ópticos e inalámbricos de manera más eficaz. Entre los datos más importantes se tienen las credenciales Wi-Fi, las potencias de transmisión, y los canales seleccionados, que en este caso son 5 y 56 respectivamente por ser un equipo doble banda y trabajar en las bandas de 2.4 y 5 GHz.

**SCAN** Summon

Scan Wifi4 Complete [↗](#)

Scan Wifi5 Complete [↗](#)

SSID	SIGNAL	CHANNEL	BSSID	STANDARD	CHW	Frequency
FIBRAMAXZEVALLOSbExt <a href="#">↗</a>	-60 <a href="#">↗</a>	8 <a href="#">↗</a>	50:c7:bf:f0:55:f1			
CELERITY_OAZC <a href="#">↗</a>	-63 <a href="#">↗</a>	11 <a href="#">↗</a>	60:db:98:14:dc:79			
Systray-Sonic <a href="#">↗</a>	-66 <a href="#">↗</a>	6 <a href="#">↗</a>	c0:51:5c:db:77:c7			
FIBRAMAXZEVALLOS <a href="#">↗</a>	-74 <a href="#">↗</a>	8 <a href="#">↗</a>	a4:a4:6b:6c:c4:08			
FamiliaLA <a href="#">↗</a>	-79 <a href="#">↗</a>	11 <a href="#">↗</a>	58:d9:d5:6f:ce:c8			
DFIBRA_CRISTO VIVE EN MI <a href="#">↗</a>	-83 <a href="#">↗</a>	2 <a href="#">↗</a>	b8:d6:f6:68:81:24			
XTRIM_MOLINA <a href="#">↗</a>	-83 <a href="#">↗</a>	8 <a href="#">↗</a>	30:1f:48:92:b7:22			
SYSTRAY-LORENCH <a href="#">↗</a>	-83 <a href="#">↗</a>	3 <a href="#">↗</a>	b4:b0:24:2d:49:c5			
NETLIFE-manmevalenciap1 <a href="#">↗</a>	-88 <a href="#">↗</a>	1 <a href="#">↗</a>	00:e4:06:74:38:3c			
JESSENIA-EXT <a href="#">↗</a>	-91 <a href="#">↗</a>	3 <a href="#">↗</a>	90:91:64:00:5f:1c			
blank <a href="#">↗</a>	-92 <a href="#">↗</a>	4 <a href="#">↗</a>	fa:8f:ca:37:b7:7d			
Aaron_Net <a href="#">↗</a>	-92 <a href="#">↗</a>	6 <a href="#">↗</a>	c0:25:67:2a:67:80			
NETLIFE-manfiparralesp1 <a href="#">↗</a>	-92 <a href="#">↗</a>	2 <a href="#">↗</a>	b0:76:1b:71:0a:28			
blank <a href="#">↗</a>	-92 <a href="#">↗</a>	3 <a href="#">↗</a>	cc:32:e5:31:10:c2			
ECUANET-manprsoledispap1 <a href="#">↗</a>	-94 <a href="#">↗</a>	6 <a href="#">↗</a>	98:1a:35:82:ef:20			
CELERITY_CEDENO VELIZ <a href="#">↗</a>	-94 <a href="#">↗</a>	2 <a href="#">↗</a>	70:4f:57:02:dd:1b			

SSID	SIGNAL	CHANNEL	BSSID	STANDARD	CHW	Frequency
blank <a href="#">↗</a>	36 <a href="#">↗</a>	36 <a href="#">↗</a>	c2:51:5c:db:77:c8			
Systray-Sonic <a href="#">↗</a>	36 <a href="#">↗</a>	36 <a href="#">↗</a>	c0:51:5c:db:77:c8			
blank <a href="#">↗</a>	48 <a href="#">↗</a>	48 <a href="#">↗</a>	62:db:98:14:dc:7a			
CELERITY_OAZC_5G <a href="#">↗</a>	48 <a href="#">↗</a>	48 <a href="#">↗</a>	60:db:98:14:dc:7a			

**LAN hosts**

Host name	IP address	MAC address	Interface Type
Galaxy-A02	192.168.90.15	2e:43:44:e9:9a:7e	802.11
Infinix-HOT-40i	192.168.90.12	1a:73:d5:16:88:9a	802.11
DESKTOP-TN32NBP	192.168.90.16	fc:01:7c:54:68:cb	802.11

**CPE LAN PORT STATUS**

PORT NAME	PORT STATUS	PORT SPEED
eth0	NoLink	<input type="checkbox"/>
eth1	NoLink	<input type="checkbox"/>
eth2	NoLink	<input type="checkbox"/>
eth3	NoLink	<input type="checkbox"/>

**WIFI4** Summon

MAC	SIGNAL	RX	TX	SIG	BAND	CHBW
fc:01:7c:54:68:cb		65000	65000	-38 <a href="#">↗</a>	2.4GHz <a href="#">↗</a>	20MHz <a href="#">↗</a>

**WIFI5**

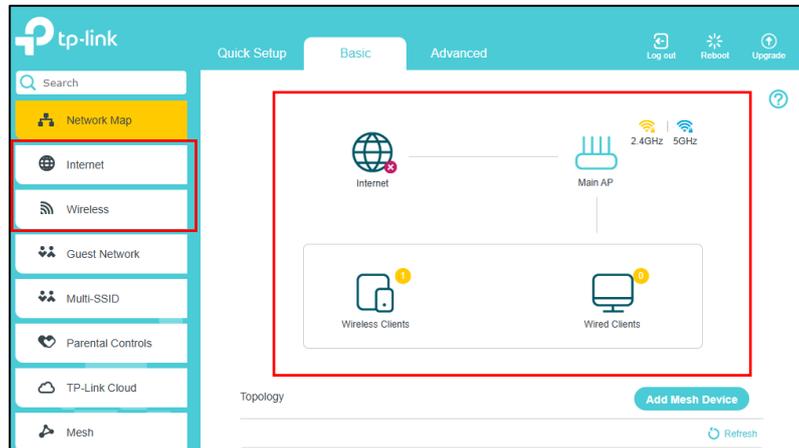
MAC	SIGNAL	RX	TX	SIG	BAND	CHBW
1a:73:d5:16:88:9a		325000	433500	-65 <a href="#">↗</a>	5GHz <a href="#">↗</a>	80MHz <a href="#">↗</a>

**Ilustración 22 Configuraciones desde sistema GenieACS para equipo ZTE**

Se observa en la Ilustración 22 la interfaz brinda un análisis del espectro inalámbrico con los canales asociados a las redes vecinas; en el ejemplo, las bandas no se encuentran interferidas por lo que no es necesario modificar los canales seteados. También se visualiza un historial de dispositivos conectados en la sección de “LAN Hosts” o anfitriones LAN, y los dispositivos que están conectados en tiempo real, que según la MAC son una PC en la tecnología Wi-Fi 4 y un celular marca “Infinix” en la tecnología Wi-Fi 5, ambos con buenos valores de tasa de datos de transmisión/recepción de 65 Mbps para la PC, y de transmisión/recepción de 433/325 Mbps respectivamente para el celular; y un valor adecuado en las señales recibidas de -38 y -65 dBm para la PC y celular respectivamente.

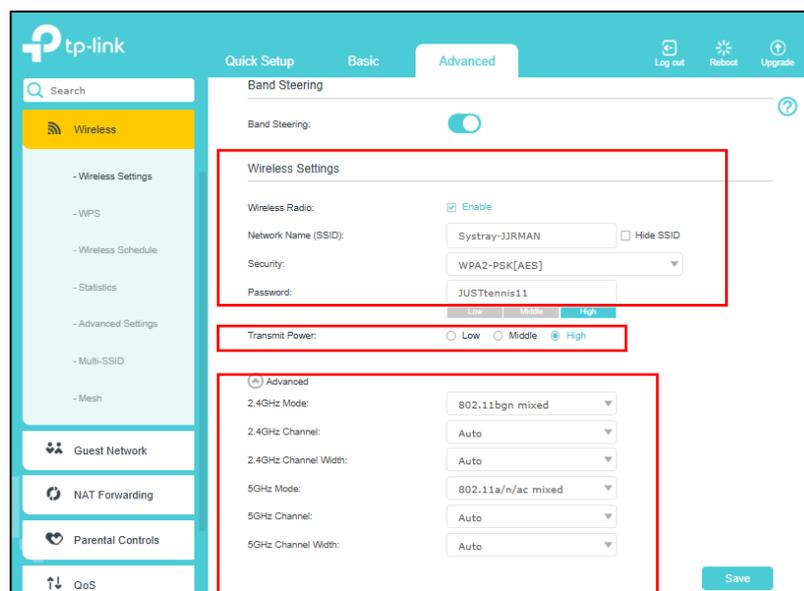
### 3.3.3 Sistema web de equipos TP-Link vs GenieACS

En la Ilustración 24 se presenta una vista general de la interfaz del sistema Web de un equipo ONT TP-Link modelo XC220.



**Ilustración 23 Sistema web nativo para equipo TP-Link**

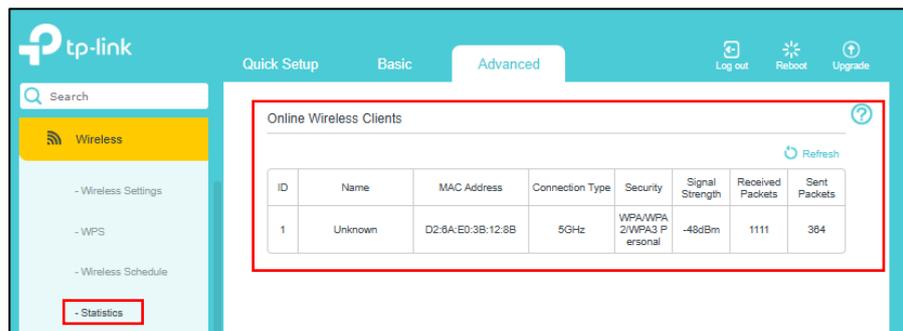
Se aprecia un diagrama de los elementos de red, los clientes conectados por Wi-Fi o por cable, y unos apartados fundamentales para configurar tanto el acceso a internet como la red inalámbrica. En este caso, el cliente no tiene acceso a internet, se aprecia una “X” en el ícono del Internet, debido a que se encuentra suspendido por falta de pago.



**Ilustración 24 Configuraciones inalámbricas para equipo TP-Link**

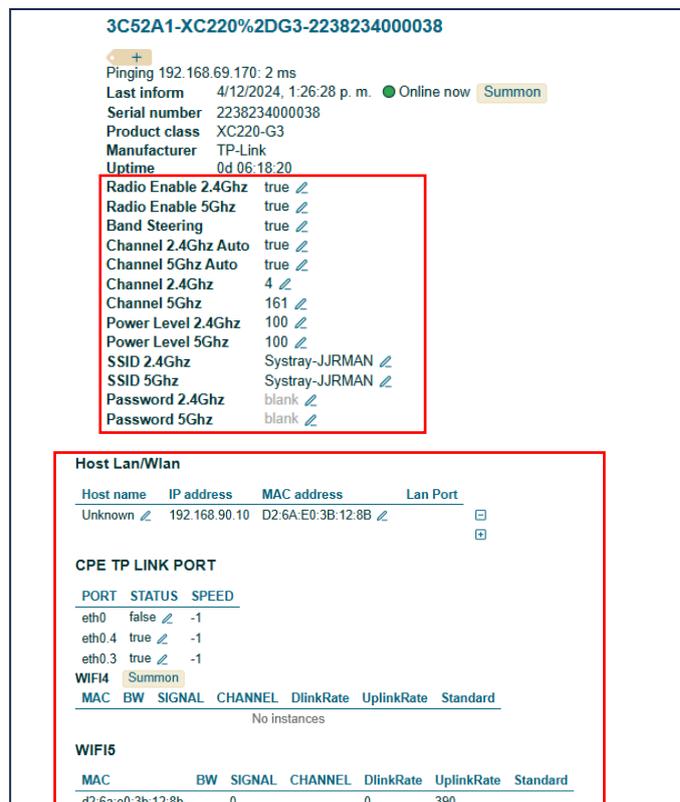
Aparte, en la Ilustración 24 se observan las configuraciones inalámbricas avanzadas donde se resalta las credenciales Wi-Fi y el tipo de encriptación (seguridad), la potencia de transmisión; los estándares de operación, el canal y el

ancho de canal de las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz. Por último, en la Ilustración 25 un apartado de estadísticas donde muestra los dispositivos conectados por Wi-Fi, en este caso solo había un dispositivo conectado a la red de 5 GHz.



**Ilustración 25 Estadísticas del sistema web nativo para equipo TP-Link**

En la Ilustración 26 se presenta una interfaz donde se analizan los datos del mismo equipo TP-Link pero a partir del sistema GenieACS.



**Ilustración 26 Sistema GenieACS para equipo TP-Link**

Tal como en la Ilustración 18 e Ilustración 22, lo destacable del sistema GenieACS para este equipo son los parámetros inalámbricos, que son la habilitación de las redes inalámbricas, los canales seleccionados en las bandas de 2.4 y 5 GHz y las

credenciales Wi-Fi. Se suman los datos de los puertos de red del equipo y un historial de los anfitriones conectados ya sea alámbrica e inalámbricamente, así como el que se encuentra conectado en tiempo real en la tecnología Wi-Fi 5; y un análisis del espectro inalámbrico con las redes Wi-Fi vecinas.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	BSSID	STANDARD	CHW	Frequency
TP-Link_8E00	-53	3	AC:15:A2:CD:8E:00	blank	40MHz	blank
NETLIFE-PADELMAR	-66	8	90:17:3F:43:DE:74	blank	20MHz	blank
montecristipadelbar	-69	11	B8:8E:82:A6:BF:0C	blank	40MHz	blank
wCam	-74	6	B2:8B:A9:81:24:01	blank	20MHz	blank
wPantallas	-74	6	B6:8B:A9:81:24:01	blank	20MHz	blank
WPick	-74	6	BA:8B:A9:81:24:01	blank	20MHz	blank

**Ilustración 27 Interferencia detectada**

En este caso, en la Ilustración 27 en la banda de 2.4 GHz si existe interferencia por una red Wi-Fi de un router TP-Link vecino seteado en el canal 3, como el del cliente está en el canal 4 se podría optar por colocarlo en un canal más alejado, que puede ser el 1. Es rescatable mencionar como se presentan los mismos datos que en el administrador web de la Ilustración 25, pero en una sola página y de manera más precisa, para analizar lo que es de mayor interés y solucionar falencias de manera mucho más eficaz que desde el administrador web.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta sección se presentan las conclusiones y recomendaciones del sistema de monitoreo implementado.

### 4.1 Conclusiones

La implementación del sistema basado en GenieACS permite a los ISPs contar con un monitoreo continuo y en tiempo real de los equipos de usuarios finales, optimizando el análisis de parámetros críticos como señal, tráfico y conectividad. Esto reduce considerablemente los tiempos de respuesta ante fallas y eleva la calidad del servicio, beneficiando tanto a la empresa como a los usuarios finales.

El diseño del sistema aprovecha la flexibilidad de GenieACS y su compatibilidad con el protocolo TR-069, permitiendo su integración con distintas configuraciones de red y su escalabilidad a medida que crece la base de usuarios. Esto garantiza que el sistema no solo cumpla con las necesidades actuales, sino que también pueda adaptarse a futuros retos tecnológicos.

La solución propuesta mejora la estabilidad de las redes y minimiza interrupciones. Esto no solo incrementa la confianza del usuario en el servicio ofrecido, sino que también posiciona a los ISPs como proveedores confiables y de alta calidad en un mercado altamente competitivo.

### 4.2 Recomendaciones

Es fundamental que el personal técnico encargado del sistema reciba capacitación especializada en GenieACS y el protocolo TR-069, incluyendo actualizaciones regulares para garantizar un manejo óptimo de la plataforma.

Se recomienda realizar auditorías constantes del sistema para identificar áreas de mejora, posibles vulnerabilidades o nuevas funcionalidades que puedan ser

integradas. Esto permitirá mantener el sistema actualizado y acorde a las demandas del sector.

Dado que el sistema maneja datos sensibles, es crucial implementar y mantener medidas robustas de ciberseguridad. Esto incluye el cifrado de datos, autenticaciones seguras y monitoreo contra amenazas cibernéticas, asegurando la protección tanto de la infraestructura de red como de la privacidad de los usuarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ELTELÉGRAFO, «Arcotel confirma fallos en el servicio de operadora Xtrim,» COMUNICA EP., 2 Agosto 2024. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/nacionales/44/arcotel-confirma-fallos-operadora-xtrim>. [Último acceso: 18 Octubre 2024].
- [2] S. F. Rubio, «Desarrollo de servicios de auto-configuración de encaminadores cliente tipo Ethernet, ADSL y de voz usando protocolos basados en DHCP66 y TR069,» etsit, Septiembre 2015. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/60433907.pdf>. [Último acceso: 3 Octubre 2024].
- [3] Cable Blowing Machines, «Comprension de los fundamentos de la tecnologia de fibra optica para el hogar,» ALLAME, 4 Noviembre 2023. [En línea]. Available: <https://skyfibertech.com/es/comprension-de-los-fundamentos-de-la-tecnologia-de-fibra-optica-para-el-hogar/>. [Último acceso: 18 Octubre 2024].
- [4] A. Campoverde, «¿Qué es la red FTTH con tecnología GPON de C-Data?,» tecnosinergia, 2022. [En línea]. Available: <https://tecnosinergia.zendesk.com/hc/es/articles/5494330720155--Qu%C3%A9-es-la-red-FTTH-con-tecnolog%C3%ADa-GPON-de-C-Data>. [Último acceso: 18 Octubre 2024].
- [5] Ribbon Communications Operating Company, Inc., «What is EMS?,» ECI Telecom Ltd., 2024. [En línea]. Available: [https://ribboncommunications.com/company/get-help/glossary/element-management-system-ems#:~:text=An%20Element%20Management%20System%20\(EMS,telecommunication%20management%20network%20\(TMN\)..](https://ribboncommunications.com/company/get-help/glossary/element-management-system-ems#:~:text=An%20Element%20Management%20System%20(EMS,telecommunication%20management%20network%20(TMN)..) [Último acceso: 18 Octubre 2024].
- [6] M. Rico, «EVALUACIÓN DE REDES DE ACCESO ÓPTICO COMO SOPORTE A UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS,» 2017. [En línea]. Available: <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/02efbc12-11a7-464f-9a57-f16d8b511917/content>. [Último acceso: 19 Octubre 2024].
- [7] MERCUSYS, «Remoto, Inteligente, Futuro,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.mercusys.com/pe/solution/tr-069/#:~:text=El%20Informe%20t%C3%A9cnico%20069%20%28TR-069%29%2C%20tambi%C3%A9n%20conocido%20como,a%20un%20Red%20de%20protocolo%20de%20Internet%20%28IP%29..> [Último acceso: 19 Octubre 2024].
- [8] L. Gigante, «TR069 es el control remoto de tu router en manos de las operadoras,» bandaancha.eu, 1 Enero 2012. [En línea]. Available:

<https://bandaancha.eu/articulos/tr069-control-remoto-tu-router-manos-8218>.  
[Último acceso: 19 Octubre 2024].

- [9] genieacs, «genieacs,» 6 Junio 2024. [En línea]. Available: <https://genieacs.com/>. [Último acceso: 13 Agosto 2024].
- [10] GenieACS Inc., «GenieACS's documentation,» Read the Docs, 2024. [En línea]. Available: <https://docs.genieacs.com/en/latest/index.html>. [Último acceso: 19 Octubre 2024].
- [11] Asamblea Nacional República del Ecuador, «Ley Orgánica para la Transformación Digital y Audiovisual,» 7 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2023/02/7e52b3d7-0ba5-4c58-a474-00e19fcbe127.pdf>. [Último acceso: 19 Octubre 2024].
- [12] Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, «Resolución Nro. ARCERNNR-013/2021,» 2021. [En línea]. Available: [https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/res\\_nro\\_\\_arcernnr-013-2021.pdf?form=MG0AV3](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/res_nro__arcernnr-013-2021.pdf?form=MG0AV3). [Último acceso: 19 Octubre 2024].
- [13] NMS, «Nuevo marco normativo para la generación distribuida de energía eléctrica para autoabastecimiento,» 25 Septiembre 2024. [En línea]. Available: <https://nmslaw.com.ec/blog/2024/10/07/ecuador-generacion-distribuida-energia-electrica-autoabastecimiento/?form=MG0AV3>. [Último acceso: 19 Octubre 2024].
- [14] Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, «ACUERDO MINISTERIAL 006-2021,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Acuerdo-No.-006-2021-Politica-de-Ciberseguridad.pdf>. [Último acceso: 19 Octubre 2024].