



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**MEMORIA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA**

**INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**TEMA:**

**PROTOTIPO DE SISTEMA WEB PARA GESTIÓN Y MONITOREO DE EQUIPOS OLT (OPTICAL LINE TERMINAL) HUAWEI Y ONU (OPTICAL NETWORK UNIT) EN UNA INFRAESTRUCTURA DE RED DE FIBRA ÓPTICA DE LA EMPRESA SIMANTEC.**

**AUTOR:**

**SILVA JIMÉNEZ WILLIAM ALEXANDER**

**TUTOR:**

**PhD. NELSON HERRERA HERRERA.**

**QUITO, ECUADOR  
2024**

## UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

### APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“PROTOTIPO DE SISTEMA WEB PARA GESTIÓN Y MONITOREO DE EQUIPOS OLT (OPTICAL LINE TERMINAL) HUAWEI Y ONU (OPTICAL NETWORK UNIT) EN UNA INFRAESTRUCTURA DE RED DE FIBRA ÓPTICA DE LA EMPRESA SIMANTEC”**, presentado por Silva Jiménez William Alexander, estudiante de la Carrera Ingeniería Informática, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M., septiembre 2024

TUTOR

-----  
PhD. Nelson Herrera Herrera

## TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
Antecedentes de la situación objeto de estudio .....	2
Planteamiento del problema.....	3
Justificación .....	3
Objetivos.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos específicos .....	4
Alcance .....	5
CAPÍTULO 1. PROPUESTA.....	6
1.1 Diagramas de procesos.....	6
1.2 Especificación de requerimientos .....	7
1.2.1 Ámbito del software.....	8
1.2.2 Funciones del producto .....	11
1.2.3 Características de los usuarios del sistema.....	14
1.2.4 Restricciones .....	15
1.2.5 Requisitos.....	16
CAPÍTULO 2. RESULTADOS.....	19
2.1. Diseño general.....	19
2.2. Esquema de la base de datos (SGBDD).....	25
2.3. Diagrama de la arquitectura del sistema .....	26
2.4. Diseño de interfaces .....	28
2.5. Estándares de programación utilizados .....	30
2.6. Pruebas .....	33

2.6.1.	Pruebas de Rendimiento (Aceptación Técnica) .....	36
2.7.	Implementación.....	48
2.7.1.	Requisitos para la Implementación: .....	48
2.7.2.	Proceso de Implementación: .....	48
2.7.3.	Requerimientos de hardware y software .....	49
CONCLUSIONES .....		51
RECOMENDACIONES.....		52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		53
ANEXOS .....		59

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 <i>Proceso actual, no automatizado</i> .....	7
Figura 2 <i>Diagrama del proceso automatizado</i> .....	8
Figura 3 <i>Base de datos del sistema</i> .....	25
Figura 4 <i>Diagrama de arquitectura del sistema</i> .....	27
Figura 5 <i>Mackup 1: Login de inicio al sistema</i> .....	28
Figura 6 <i>Mackup 2: interfaz de inicio del sistema</i> .....	28
Figura 7 <i>Mackup 3: Registro de las OLTs</i> .....	29
Figura 8 <i>Mackup 4: Gestion de las olts</i> .....	29
Figura 9 <i>Mackup 5: Detalles de la ONU</i> .....	30
Figura 10 <i>Página Principal</i> .....	37
Figura 11 <i>Tiempo de Respuesta de la Página de inicio.</i> .....	38
Figura 12 <i>Gráfica del Tiempo de Respuesta a la Página de Inicio</i> .....	39
Figura 13 <i>Página Principal</i> .....	40
Figura 14 <i>Tiempo de Respuesta al registrar una OLT.</i> .....	40
Figura 15 <i>Gráfica del Tiempo de Conexión a la Base de Datos</i> .....	41
Figura 16 <i>Página de gestión de la OLT</i> .....	42
Figura 17 <i>Tiempo de Respuesta al ingresar al módulo.</i> .....	43
Figura 18 <i>Gráfica al realizar la extracción de información de mi base de datos</i> .....	43
Figura 19 <i>Página de consulta de puertos</i> .....	44
Figura 20 <i>Tiempo de Respuesta al consultar los puertos.</i> .....	45
Figura 21 <i>Gráfica de la Extracción de Información de los Puertos de la OLT</i> .....	45
Figura 22 <i>Modulo de consulta de ONU del cliente</i> .....	46
Figura 23 <i>Tiempo de Respuesta al ingresar al módulo de consulta de ONU</i> .....	47
Figura 24 <i>Gráfica al realizar la extracción de información de mi ONU</i> .....	47

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Historias de Usuario: Gestión de Seguridad</i> .....	11
Tabla 2 <i>Historias de Usuario: Registro y gestión de OLTs</i> .....	11
Tabla 3 <i>Historias de Usuario: Prueba de Conexión de OLT</i> .....	12
Tabla 4 <i>Historias de Usuario: Registro de tarjetas</i> .....	12
Tabla 5 <i>Historias de Usuario: Visualización de Registros de LOG de OLT</i> .....	13
Tabla 6 <i>Historias de Usuario: Supervisión de Rendimiento de OLT</i> .....	13
Tabla 7 <i>Historias de Usuario: Gestión de ONUs</i> .....	14
Tabla 8 <i>Perfiles de usuario</i> .....	14
Tabla 9 <i>Sprint 1: Fundamentos del Sistema</i> .....	19
Tabla 10 <i>Sprint 2: Visualización y Monitoreo</i> .....	21
Tabla 11 <i>Sprint 3: Visualización y Monitoreo</i> .....	22
Tabla 12 <i>Sprint 4: Detalles Avanzados del Cliente y Operaciones de ONU</i> .....	23
Tabla 13 <i>prueba de aceptación 1: Módulo de acceso al sistema</i> .....	33
Tabla 14 <i>Prueba de aceptación 2: Módulo registros de las OLTs</i> .....	34
Tabla 15 <i>Prueba de aceptación 3: Módulo de registro y asociación de tarjetas</i> .....	34
Tabla 16 <i>Prueba de aceptación 4: Gestión de la olt (Prueba de conexión)</i> .....	34
Tabla 17 <i>Prueba de aceptación 5: Gestión de la olt ( Registros de LOG)</i> .....	35
Tabla 18 <i>Prueba de aceptación 6: Gestión de la olt (Supervisión de Tráfico de la OLT</i> .....	35
Tabla 19 <i>Prueba de aceptación 6: Gestión de la olt (puertos de la OLT)</i> .....	35
Tabla 20 <i>Prueba de aceptación 6: Gestión de la olt (Clientes por puertos)</i> .....	36

## INTRODUCCIÓN

La conectividad a Internet ha ganado importancia en la vida cotidiana para facilitar desde actividades profesionales hasta actividades educativas. Desde su fundación en 2012, Simantec ha jugado un papel importante en la distribución de servicios de Internet en la región norte de Quito. Simantec ha ampliado su presencia con sucursales en Cayambe, Riobamba y su sede principal en Guayllabamba para satisfacer la creciente demanda de conectividad.

Con la pandemia en 2020, el panorama global cambió drásticamente, acelerando la transición hacia el teletrabajo y la educación a distancia. Como resultado de esta situación, Simantec se convirtió en un proveedor importante de servicios de alta calidad, lo que aumentó la necesidad de conexiones de Internet sólidas y confiables (Lord et al., 2022). Sin embargo, el aumento exponencial en la demanda reveló limitaciones en la infraestructura de red de la empresa, lo que demostró que su red de fibra óptica necesita mejoras en la gestión.

La gestión eficiente de los equipos OLT (Optical Line Terminal) de Huawei es uno de los desafíos más importantes que enfrenta Simantec. Estos dispositivos utilizan procesos manuales para detectar y resolver problemas, lo que es ineficiente y conduce a errores humanos. Este método causa interrupciones en el servicio y sobrecarga a un pequeño equipo de especialistas que supervisan la infraestructura de la red (Lord et al., 2022). La dependencia de estos métodos obsoletos ha limitado la capacidad de la empresa para responder a los problemas, lo que subraya la necesidad de una herramienta de gestión de red avanzada y automatizada.

## **Antecedentes de la situación objeto de estudio**

Desde su creación en 2012, Simantec ha desempeñado un papel importante en la prestación de servicios de conexión a Internet en la región norte de la ciudad de Quito. Su enfoque en brindar servicios a través de radioenlace y fibra óptica ha sido una respuesta efectiva a las crecientes demandas de conectividad global. Simantec ha ampliado continuamente su base de clientes a través de la creación de sucursales estratégicas en Cayambe, Riobamba y Guayllabamba.

La aparición de una pandemia mundial en 2020 provocó un rápido cambio hacia el trabajo y el aprendizaje a distancia, lo que aumentó aún más la necesidad de una conexión a Internet confiable desde casa. Simantec se convirtió en un proveedor importante en este contexto y fortaleció su reputación como una empresa de servicios de alta calidad. Sin embargo, el aumento de la demanda plantea desafíos para la infraestructura de red de la empresa (Aguiar et al.).

La gestión eficiente de la red de fibra óptica es uno de los desafíos más importantes, especialmente la detección y resolución oportuna de problemas relacionados con los equipos OLT (Optical Line Terminal) de Huawei (Corral et al., 2021). Actualmente, la identificación de problemas se basa en métodos manuales ineficientes, lo que ha causado interrupciones en el servicio al cliente y una mayor dependencia de un pequeño equipo de expertos.

La falta de un sistema efectivo para detectar y resolver rápidamente los problemas de la red de fibra ha llevado a Simantec a limitar el uso de OLT para reducir el error humano (Delezoide et al., 2019). Sin embargo, este cambio ha puesto en evidencia la necesidad de una herramienta de gestión de red sofisticada y automatizada.



## **Planteamiento del problema**

La mayor dificultad que enfrenta Simantec es encontrar y resolver problemas en las redes de fibra óptica, particularmente en los equipos OLT de Huawei (ver Anexo 1). Estos problemas afectan directamente la calidad del servicio de Internet que brinda la empresa a sus clientes.

El uso de un proceso manual que se basa en comandos para identificar problemas dentro del equipo OLT es una de las principales razones de este retraso. Este método no solo es lento, sino que también es defectuoso y poco confiable. El error humano no solo provoca problemas para el servicio, sino también para el equipo técnico interno, quienes deben ser más cautelosos y dedicar más tiempo del necesario a encontrar y resolver problemas (He et al., 2019).

El acceso a ciertos equipos, como servidores, está restringido para reducir este error humano. Debido a que depende en gran medida de un pequeño grupo de expertos, esta medida no es sostenible a largo plazo.

Toda la empresa y sus clientes se ven afectados por estos problemas. Los retrasos en la identificación de problemas pueden causar insatisfacción y retiro del servicio de Internet. Además, tiene un impacto en la estabilidad financiera a largo plazo del negocio.

## **Justificación**

El sistema de gestión de equipos OLT se ha desarrollado con el objetivo de resolver los problemas que afectan la red de fibra óptica de la empresa Simantec. La razón detrás de esta iniciativa es la necesidad de reducir el impacto negativo que estos problemas tienen en la identificación y solución de fallas en la infraestructura de red. La propuesta consiste en proporcionar al personal técnico una interfaz de usuario que sea fácil de entender y fácil de usar, lo que permitirá una respuesta más rápida y efectiva a problemas cotidianos como roturas de fibra óptica o daños causados por condiciones climáticas adversas (Miyanabe et al., 2019)

Este sistema mejora la detección y solución de problemas al eliminar la dependencia de procesos manuales que hasta ahora se basaban en comandos de texto. El tiempo de respuesta se reducirá significativamente como resultado de esta simplificación de procedimientos, lo que evita que los clientes experimenten interrupciones prolongadas en su servicio de Internet. Al asegurar una conectividad más estable y confiable, se protege la reputación de la empresa y se reduce el riesgo de pérdida de ingresos debido a la cancelación de servicios por parte de clientes insatisfechos (Wang et al., 2019).

Además, un beneficio adicional de este sistema es que reduce la necesidad de contar con personal altamente calificado para operar la red. El sistema proporciona información detallada y fácil de entender, lo que permitirá que incluso los empleados menos experimentados tomen decisiones efectivas sobre la gestión de la red. Esto no solo simplifica las operaciones diarias, sino que también ayuda a optimizar los recursos humanos de la empresa, lo que les permite concentrarse en otras áreas importantes de la empresa (Lu et al., 2021).

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Implementar un prototipo de sistema web para la gestión de la red de fibra óptica, con una interfaz gráfica intuitiva y funciones de gestión y solución de problemas.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un estudio detallado de los procesos actuales de gestión y monitoreo de la red de fibra óptica de la empresa Simantec.
- Implementar medidas de seguridad robustas, que garanticen la integridad y la privacidad de la información.

- Realizar pruebas integrales del prototipo del sistema web de gestión y monitoreo, asegurándose de que cumple con los requisitos establecidos y funciona correctamente en su conjunto.

## **Alcance**

El sistema tendrá varios módulos que le permitirán administrar los equipos OLT. Estos módulos están diseñados en función del tiempo disponible para el proyecto y las necesidades identificadas. Luego se detallan las funcionalidades a desarrollar.:

- **Módulo de Monitoreo de Red por Tarjetas:** Desarrollar un módulo que permita a los usuarios ver y editar la cantidad de puertos de cada tarjeta.
- **Módulo de Monitoreo de OLT por Puertos:** Crear una representación visual del estado de los puertos OLT, indicando si están activos o inactivos. Además, cree una tabla completa que despliegue los detalles de cada puerto, incluida la opción de reiniciarlos.
- **Módulo de Visualización de Clientes y Equipos:** desarrollar un sistema que permita ver los clientes conectados a cada puerto y hacer clic en ellos para ver su estado y detalles del equipo. Además, implemente la verificación de potencia de fibra óptica y la visualización del equipo instalado, que incluye el modelo, la versión de software, el ancho de banda, los puertos ocupados y las VLAN asociadas. Si es necesario, se debe incluir la opción de reiniciar el equipo instalado del cliente (Wongwirat et al., 2023).
- **Módulo de Monitoreo a tiempo real:** Este módulo permite mantener un historial de dos días y visualizar el estado general del tráfico que pasa por la OLT en tiempo real. Además, facilita la visualización de la conexión con el equipo en tiempo real.

## CAPÍTULO 1. PROPUESTA

### 1.1 Diagramas de procesos

#### *Proceso actual.*

El proceso actual para abordar los problemas de la red de fibra óptica de Simantec comienza con llamadas al centro de atención al cliente donde los usuarios reportan problemas de conexión como lentitud del servicio o falta de internet. Después de recibir estos reclamos, el equipo técnico interno utiliza el protocolo SSH para acceder a la OLT correspondiente con sus credenciales. Una vez que ingresan, revisan el puerto del cliente afectado y verifican el estado de las tarjetas. Luego generan un reporte sobre la actividad en ese puerto. Si la mayoría de los clientes están activos, el problema es puntual; si hay varios clientes inactivos, se cree que es un problema general como se puede visualizar en la Figura 1.

Se inspecciona individualmente cada conexión para determinar la causa si se encuentra un problema general. Esta puede ser desde un equipo apagado hasta una ruptura de fibra óptica, que se indica por un estado de equipo conocido como "LOS". Se asume un problema general si todos los clientes presentan este estado. En este caso, se utiliza el mapa para encontrar las cajas NAP (Puntos de acceso al sistema) y se envía personal técnico externo para resolver el problema. Revisar el proceso descrito en el Anexo 3 para obtener detalles sobre los comandos utilizados.

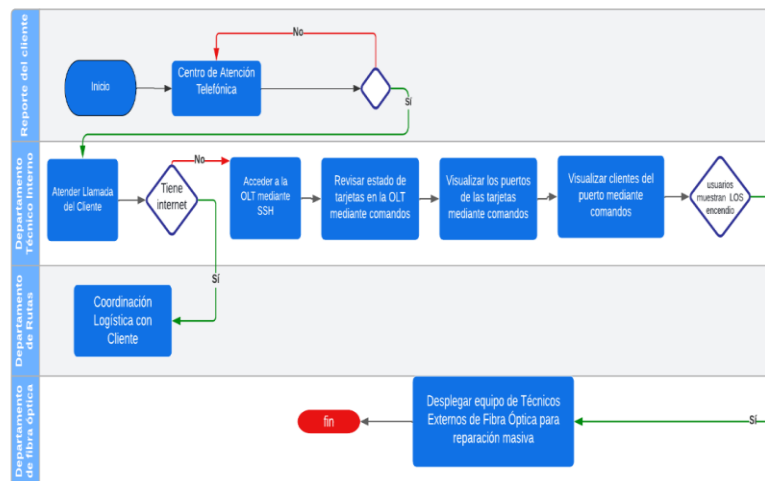
#### *Proceso Propuesto.*

Se propone la creación de un sistema automatizado de gestión de equipos OLT para aumentar la eficiencia y reducir los errores humanos. Este sistema elimina la necesidad de ingresar comandos manualmente, lo que reduce el tiempo necesario para identificar y resolver problemas. Los usuarios ingresan sus credenciales y se dirigen a una interfaz fácil de entender. Pueden ver todas las OLT activas allí y elegir la que quieran inspeccionar. Una vez que se ha elegido, hay una variedad de opciones para hacer cosas

diferentes, como ver el historial de reinicios, revisar los registros de eventos o reiniciar la OLT si es necesario.

**Figura 1**

*Proceso actual, no automatizado*



*Nota.* La figura representa el proceso de identificación de problemas en la red de fibra óptica de la empresa Simantec durante eventos de daños masivos.

Además, el sistema automatizado que se puede visualizar en la Figura 2 permite una inspección visual de los puertos de la OLT y las tarjetas activas, lo que permite determinar claramente cuáles de las tarjetas están activas y cuáles están inactivas. Al hacer clic en los puertos, se despliega una lista de clientes relacionados e información sobre su estado y configuración. Sin necesidad de ingresar ninguna línea de código en la OLT, se pueden realizar consultas adicionales sobre la potencia de la fibra óptica, el estado de procesamiento y la configuración del equipo del cliente. Esto no solo hace que el proceso sea más rápido, sino que también reduce significativamente el riesgo de errores humanos.

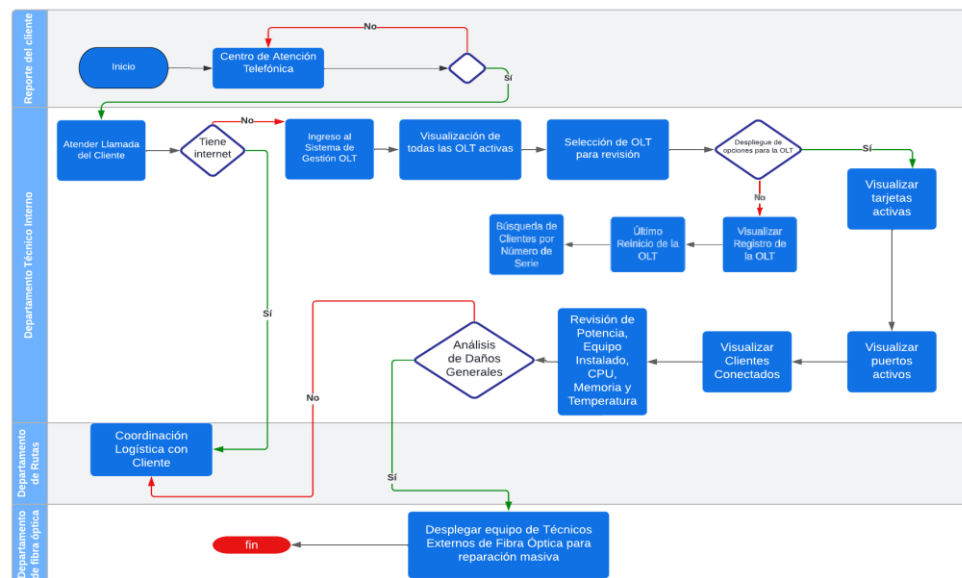
## 1.2 Especificación de requerimientos

Al determinar los requisitos del sistema en desarrollo, se centra en comprender las necesidades tanto de la empresa como de los técnicos involucrados. Esto implica analizar minuciosamente los problemas particulares que enfrentan diariamente. Este método no

solo permite abordar los aspectos técnicos del proyecto, sino que también permite pensar en cómo estas soluciones ayudan a reducir los tiempos de respuesta ante problemas masivos suscitados por accidentes de tránsito que causan roturas de fibra óptica, caídas de árboles sobre la infraestructura GPON, daños en los servidores causados por tormentas eléctricas y problemas en las cajas de conexiones debido a cambios de postes por parte de la empresa eléctrica. Al asegurarnos de que el producto final satisfaga estas necesidades y expectativas, estamos ayudando a hacer que los procesos internos de la empresa sean más eficientes y brindamos a todos los involucrados una experiencia más cómoda y satisfactoria (Du et al., 2020).

**Figura 2**

*Diagrama del proceso automatizado*



*Nota.* El proceso de identificación de problemas en la red de fibra óptica de la empresa Simantec durante eventos de daños masivos se muestra en la figura. Se aprecia que el sistema ofrece una amplia gama de opciones para lograr una identificación más precisa en comparación con el método manual.

### 1.2.1 Ámbito del software

El sistema llamado "Sistema de gestión de OLT" tiene como objetivo simplificar y mejorar la gestión de los equipos OLT en la red de fibra óptica de Simantec. ofrece una

variedad de características importantes que facilitan la supervisión y el control de estos dispositivos.

Primero, permite registrar y administrar todas las OLTs de la red, con información como usuarios autorizados, puerto SSH y dirección IP de conexión. Además, permite modificar o eliminar estos registros según las necesidades operativas (Derevianko et al., 2019).

Una función de prueba de conexión se proporciona para verificar la disponibilidad de cada OLT. El sistema muestra si la conexión se estableció correctamente o si hubo algún problema.

El sistema también permite gestionar las tarjetas asociadas a cada OLT, teniendo en cuenta el número de puertos disponibles. Esta función proporciona una visión completa de la infraestructura de red, permitiendo a los administradores actualizar y mantener los registros de forma eficiente (Suzuki et al., 2021).

El sistema presenta una lista de todas las OLT registradas y activas, facilitando la navegación y la selección de la OLT deseada para las operaciones de gestión.

Al acceder a una OLT, el sistema automatiza la consulta de los logs generados (LOG) en los últimos 5 días, permitiendo a los usuarios revisar fácilmente qué cambios se han realizado en el equipo. Esta función es crucial para mantener un registro de las actividades y facilitar la resolución de problemas.

También permitirá supervisar el rendimiento de la OLT, proporcionando datos en tiempo real sobre la cantidad de tráfico en Megabits que pasa por el equipo. Esto permitirá una supervisión eficaz del rendimiento del sistema.

Otra característica destacada es la posibilidad de buscar clientes registrados en la OLT utilizando el número de serie de la ONU (ver Anexo 2). Esto agiliza el proceso de identificación de la ubicación y el puerto de conexión de un cliente concreto, facilitando una revisión detallada en caso necesario.

El sistema permitirá ver y gestionar las tarjetas creadas previamente en las OLT. Los usuarios pueden seleccionar una tarjeta específica y obtener una vista detallada de los puertos asociados. Cada puerto se representa visualmente, mostrando su estado como activo (verde) o inactivo (rojo), lo que facilita la identificación de posibles problemas de forma rápida y eficaz.

Además, el sistema permite seleccionar un puerto específico en una OLT y recuperar una lista de clientes conectados a ese puerto. Estos clientes se presentan en una tabla que muestra información relevante como nombre, ID y número de serie. El estado de cada cliente se indica en color, lo que facilita la identificación de conexiones activas y problemas de inactividad.

El sistema ofrece varias opciones de gestión de las ONU instaladas en los clientes. Los usuarios pueden acceder a información detallada sobre la potencia de la fibra del cliente, los equipos instalados, el puerto de servicio, la VLAN asignada y el ancho de banda disponible. Además, se ofrece un resumen del estado de la ONU, incluido el uso de la CPU, la memoria y la temperatura, lo que permite una supervisión exhaustiva de los dispositivos conectados.

Sin embargo, es importante señalar que el sistema no incluirá funcionalidades de asignación de roles, como la limitación de acceso por perfiles de usuario.

Tampoco permitirá generar informes en formato PDF, CSV o XLSX, ni enviar alarmas de notificación de eventos, ya que no se utilizará el protocolo SNMP.

Además, el sistema no permitirá la activación o eliminación de ONUs, centrándose exclusivamente en la gestión y monitorización de ONUs.



### 1.2.2 Funciones del producto

**Tabla 1**

*Historias de Usuario: Gestión de Seguridad*

HISTORIA DE USUARIO	
<b>Número:</b> 1	<b>Nombre:</b> Gestión de Seguridad
<b>Usuario:</b> Administrador, Técnicos.	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Alta
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Descripción:</b> Los usuarios deben estar registrados para poder ingresar al sistema. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se deben identificar con usuario y contraseña.</li> <li>- Se validará los datos de autenticación.</li> <li>- Permitirá el ingreso al sistema para la utilización de los módulos de acuerdo al perfil asignado por el administrador.</li> </ul>	
<b>Observación:</b> En el caso de que la autenticación sea fallida debe mostrar un mensaje indicando que los datos ingresados son incorrectos.	

**Tabla 2**

*Historias de Usuario: Registro y gestión de OLTs*

HISTORIA DE USUARIO	
<b>Número:</b> 2	<b>Nombre:</b> Registro y gestión de OLTs
<b>Usuario:</b> Administrador, Técnicos.	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Medio
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como administrador, se debe poder registrar y gestionar todas las OLTs de la red, incluyendo información como la dirección IP de conexión, el puerto SSH y los usuarios autorizados. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se debe tener la capacidad de editar o eliminar estos registros según las necesidades operativas.</li> </ul>	
<b>Observación:</b> Se espera que la función de registro y gestión de OLTs sea fácil de usar y permita una actualización eficiente de los registros.	

**Tabla 3***Historias de Usuario: Prueba de Conexión de OLT*

HISTORIA DE USUARIO	
<b>Número:</b> 3	<b>Nombre:</b> Prueba de Conexión de OLT
<b>Usuario:</b> Técnicos.	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Bajo
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como técnico, se requiere realizar una prueba de conexión para verificar la disponibilidad de cada OLT. <ul style="list-style-type: none"><li>- El sistema debe informar sobre el estado de la conexión, indicando si se estableció correctamente o si hubo algún problema.</li></ul>	
<b>Observación:</b> La función de prueba de conexión debe ser rápida y precisa para facilitar la detección de problemas de conectividad.	

**Tabla 4***Historias de Usuario: Registro de tarjetas*

HISTORIA DE USUARIO	
<b>Número:</b> 4	<b>Nombre:</b> Registro de tarjetas
<b>Usuario:</b> Administrador, Técnicos.	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Medio
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Descripción:</b> Como administrador, se requiere registrar las tarjetas de cada OLT y agregando el número de puerto igual manera. <ul style="list-style-type: none"><li>- El sistema debe tener la capacidad de editar o eliminar estos registros según las necesidades operativas.</li><li>- El sistema debe tener la capacidad de asociar la tarjeta creada con las OLTs</li></ul>	
<b>Observación:</b> Se espera que la función de registro y gestión de las tarjetas sea fácil de usar y permita una actualización eficiente de los registros.	

**Tabla 5***Historias de Usuario: Visualización de Registros de LOG de OLT*

HISTORIA DE USUARIO	
<b>Número:</b> 5	<b>Nombre:</b> Visualización de Registros de LOG de OLT
<b>Usuario:</b> Administrador, Técnicos.	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Alto
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Iteración asignada:</b> 2
<b>Descripción:</b> Como usuario, quiero poder acceder automáticamente a los registros generados (LOG) en los últimos 5 días de una OLT específica. <ul style="list-style-type: none"><li>- El sistema permitirá revisar fácilmente qué cambios se han realizado en el equipo.</li></ul>	
<b>Observación:</b> La función de visualización de registros de LOG debe ser accesible y proporcionar información relevante de manera clara y concisa.	

**Tabla 6***Historias de Usuario: Supervisión de Rendimiento de OLT*

HISTORIA DE USUARIO	
<b>Número:</b> 6	<b>Nombre:</b> Supervisión de Rendimiento de OLT
<b>Usuario:</b> Administrador, Técnicos.	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Medio
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Iteración asignada:</b> 3
<b>Descripción:</b> Como usuario, se debe poder monitorear el rendimiento de una OLT específica, obteniendo datos en tiempo real sobre la utilización del CPU, la memoria y la temperatura del equipo. Esto posibilitará una supervisión eficaz del desempeño del sistema.	
<b>Observación:</b> La función de supervisión de rendimiento de OLT debe proporcionar datos precisos y actualizados para facilitar la toma de decisiones.	

**Tabla 7***Historias de Usuario: Gestión de ONUs*

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
<b>Número:</b> 7	<b>Nombre:</b> Gestión de ONUs
<b>Usuario:</b> Administrador, Técnicos.	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Medio
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Iteración asignada:</b> 3
<p><b>Descripción:</b> Como técnico, se requiere seleccionar un puerto específico en una tarjeta y recuperar una lista de clientes conectados a ese puerto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esta función permitirá identificar rápidamente qué dispositivos están activos y cuáles podrían estar experimentando problemas de inactividad.</li> <li>- Además, se requiere poder acceder a información detallada sobre cada cliente, incluyendo su nombre, ID y número de serie.</li> <li>- El sistema debe mostrar el estado de cada cliente en colores, lo que facilitará la identificación de conexiones activas y problemas de inactividad.</li> </ul>	
<p><b>Observación:</b> Se espera que esta función simplifique el proceso de identificación y gestión de clientes conectados a la red de fibra óptica, mejorando la eficiencia del equipo técnico y reduciendo el tiempo de resolución de problemas.</p>	

### 1.2.3 Características de los usuarios del sistema

A continuación, se presenta una breve descripción de los usuarios que forman parte del sistema OLT Management System:

**Tabla 8***Perfiles de usuario*

<b>Nombre de Usuario</b>	<b>Tipo de Usuario</b>	<b>Área Funcional</b>	<b>Actividad</b>
<b>Administrador.</b>	Administrador del Sistema	Administración	Administrar el sistema. Registrar y gestionar todas las OLTs de la red. Editar o eliminar registros de OLTs según las necesidades operativas. Realizar pruebas de conexión de cada OLT. Gestionar las tarjetas asociadas a cada OLT. Monitorear el rendimiento de las OLTs.

			Recuperar una lista de clientes conectados a un puerto específico de una OLT. Acceder a información detallada sobre las ONUs instaladas en los clientes
<b>Técnico</b>	Técnico	Administración	Consultar el sistema para obtener información sobre las OLTs registradas y activas. Ver reportes generados por el sistema. Ver información sobre el rendimiento de las OLTs y el estado de los clientes conectados. Supervisar el estado general de las ONUs

*Nota:* Esta tabla detalla las actividades específicas que pueden realizar los usuarios Administrador y Técnico dentro del sistema

#### 1.2.4 Restricciones

A continuación, se presentan las restricciones específicas para el desarrollo del sistema:

- El sistema está desarrollado utilizando el lenguaje PHP con el framework Laravel (v11) y Python a partir de la versión 3.8.10 de 64 bits. Esto se debe a que la empresa cuenta con un equipo técnico capacitado en ambos lenguajes de programación.
- El servidor utilizado será XAMPP con Apache como servidor web y MySQL versión 8.2.12 como gestor de base de datos. Esto se debe a la política de la empresa de no exigir el pago de licencias y a que la cantidad de datos almacenados no justifica el uso de un servidor más potente.
- El sistema se puede instalar en un servidor con sistema operativo Windows 10 Server, aprovechando la licencia disponible en la empresa.

- El desarrollo del sistema se realizará exclusivamente en las instalaciones de la empresa, siguiendo el horario laboral establecido por la misma.

### 1.2.5 Requisitos

Las listas de requerimientos funcionales y no funcionales siguientes muestran los requisitos del usuario para el desarrollo del sistema.

#### ***Funcionales.***

Los requerimientos funcionales a continuación describen el funcionamiento específico del sistema, incluidas todas las solicitudes del usuario y las que el desarrollador identificó durante el proceso.

**RF01:** Los usuarios deben autenticarse utilizando un nombre de usuario y contraseña que haya verificado el sistema.

**RF02:** Según el perfil asignado por el administrador, el sistema permitirá el acceso a módulos.

**RF03:** El sistema puede registrar y administrar OLTs con información como puerto SSH, dirección IP y usuarios autorizados. También puede modificar o eliminar registros según las necesidades operativas.

**RF04:** El sistema permitirá realizar pruebas de conexión para verificar la disponibilidad de cada OLT, informando su estado como "establecido" o "rechazado".

**RF05:** Los permisos de acceso de los usuarios a OLTs específicos se pueden asignar y cambiar por el administrador.

**RF06:** Según las necesidades operativas, el sistema debe tener la capacidad de permitir la edición o eliminación de registros de OLT.

**RF07:** Se debe permitir que el sistema asocie las tarjetas creadas con las OLTs.

**RF08:** Los usuarios deben poder acceder automáticamente a los registros creados de una OLT específica en los últimos 5 días.

**RF09:** El sistema debe permitir a los técnicos monitorear en tiempo real el estado de actividad y los resultados de las pruebas de ping, así como el tráfico total que pasa a través de la OLT.

**RF10:** El sistema permitirá que los técnicos seleccionen un puerto de tarjeta específico y muestre los resultados en una tabla. El ID del puerto, el número de serie, el nombre y el estado se incluirán en esta tabla. Para que sea más fácil de leer y entender, el estado del puerto se resaltará en verde si está activo y en rojo si está inactivo.

### ***No funcionales.***

Los siguientes requisitos no funcionales muestran las características generales y restricciones del sistema en desarrollo, organizados según sus diversas categorías.

### ***Seguridad de datos.***

**RNF01:** La modificación de permisos solo será posible para el administrador del sistema.

**RNF02:** El algoritmo RSA debe usarse en todas las comunicaciones externas entre los servidores de datos, la aplicación y los usuarios del sistema para encriptar los datos.

**RNF03:** Todas las comunicaciones externas entre el servidor y el cliente del sistema deben realizarse a través de redes privadas virtuales (VPN).

**RNF03:** Después de un período de tiempo predeterminado, las sesiones inactivas se cerrarán automáticamente.

### ***Asequibilidad.***

**RNF04:** Cada vez que un usuario intente acceder, el sistema debe garantizar una disponibilidad del 98,00%.

**RNF05:** Las fallas no deben durar más de 15 minutos en promedio.

**RNF06:** La probabilidad de falla del sistema no puede exceder 0,05.

***Usabilidad.***

**RNF07:** El sistema debe proporcionar una experiencia de usuario fácil de entender y de manejo.

**RNF08:** Los usuarios deben recibir documentación y tutoriales detallados para utilizar el software de manera efectiva.



## CAPÍTULO 2. RESULTADOS

### 2.1. Diseño general

La metodología ágil Scrum se utilizó para desarrollar el sistema porque es capaz de adaptarse a cambios rápidos y mejorar la colaboración del equipo. Scrum permite dividir el proyecto en Sprints, que son ciclos de trabajo cortos y fáciles de manejar. Esto facilita la entrega continua y la mejora de funciones. El Sprint Backlog sigue, que incluye las tareas planificadas y un resumen de cada Sprint desarrollado, que muestra los entregables específicos completados en cada uno.

**Tabla 9**

*Sprint 1: Fundamentos del Sistema*

Sprint 1			
Historia N.º	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea	Tiempo
HU-01	Como usuario, quiero poder iniciar sesión en el sistema.	1. Desarrollo del sistema de login para usuarios.	8 horas (1 día)
		2. Validación de credenciales	6 horas (1 día)
		3. Implementación de mensajes de error para autenticación fallida.	4 horas (1 día)
		4. Gestión básica de perfiles y roles de usuario (Administrador y Técnico).	10 horas (1 día)
HU-02	Como administrador, necesito gestionar OLTs en el sistema.	5. Crear formularios para registrar OLTs.	6 horas (1 día)
		6. Implementar la funcionalidad para editar y eliminar registros de OLTs.	8 horas (1.5 días)

		7. Asociar tarjetas con OLTs en el sistema.	5 horas (1 día)
HU-03	Como técnico, quiero poder realizar pruebas de conexión a OLTs.	8. Desarrollar un módulo para realizar pruebas de conexión SSH a las OLTs	12 horas (2 días)
		9. Mostrar el estado de la conexión (establecida o rechazada).	4 horas (0.5 día)

### Resumen del Sprint:

Se construyeron las funcionalidades fundamentales del sistema durante este primer sprint. Los usuarios ahora pueden usar sus credenciales para autenticarse. Los administradores pueden registrar, modificar y administrar OLTs, incluso asociar tarjetas a ellas. Además, los técnicos pueden realizar pruebas de conexión para asegurarse de que las OLT estén disponibles.

### Productos:

#### Sistema de autenticación:

- Interfaz de inicio de sesión.
- Validación de credenciales y gestión de sesiones.
- Sistema de roles básicos (Administrador y Técnico).

#### Módulo de gestión de OLTs:

- Formularios para dar de alta y gestionar OLTs.
- Funcionalidad para editar y eliminar registros.
- Asociación de tarjetas con las OLTs. Prueba de Conexión de OLT.
- Funcionalidad para realizar pruebas de conexión y reportar estado.

**Tabla 10***Sprint 2: Visualización y Monitoreo*

<b>Sprint 2</b>			
<b>Historia N. °</b>	<b>Enunciado del ítem de Product Backlog</b>	<b>Tarea</b>	<b>Tiempo</b>
HU-04	Como técnico, necesito ver los registros de LOG de las OLTs.	10. Recuperar y mostrar los registros de LOG de las OLTs de los últimos 5 días.	8 horas (1.5 día)
		11. Desarrollar filtros y opciones de búsqueda en los registros.	6 horas (1 día)
HU-05	Como administrador, quiero monitorear el rendimiento de las OLTs.	12. Monitoreo en tiempo real del uso del CPU, memoria y temperatura de las OLTs.	12 horas (2 día)
		13. Crear gráficos y visualizaciones para mostrar los datos de	8 horas (1.5 días)

**Resumen del Sprint:**

La visualización de registros y el monitoreo en tiempo real del rendimiento de las OLTs se mejoraron en este sprint. A través de métricas importantes, los técnicos y administradores ahora pueden acceder a los registros de actividad más recientes de las OLTs y evaluar su desempeño.

**Entregables:****Visualización de LOGs:**

- Interfaz para ver y filtrar registros LOG de las OLT.
- Funcionalidad de búsqueda y filtrado en los logs.

**Monitoreo del Rendimiento:**

- Paneles y gráficos (Dashboards) que muestran el ancho de banda por megabits, tiempo de actividad y el historial de ping.

**Tabla 11***Sprint 3: Visualización y Monitoreo*

<b>Sprint 3</b>			
<b>Historia N. °</b>	<b>Enunciado del ítem de Product Backlog</b>	<b>Tarea</b>	<b>Tiempo</b>
HU-06	Como administrador, quiero gestionar las ONUs conectadas a las OLTs.	14. Visualizar clientes conectados a puertos específicos de las OLTs.	10 horas (1.5 día)
		15. Mostrar información de los clientes: Id, número de serie, nombre y estado.	8 horas (1.5 día)
		16. Mostrar el estado de los clientes en color verde si esta inactivo y color rojo si esta inactivo	6 horas (1 día)
HU-07	Como administrador, quiero monitorear el rendimiento de las OLTs.	17. Monitoreo en tiempo real del uso del ancho de banda de mis clientes, tiempo de actividad de las OLTs.	12 horas (2 día)
		18. Crear gráficos y visualizaciones para mostrar los datos de	8 horas (1.5 días)

**Resumen del Sprint:**

El tercer sprint se centró en la gestión avanzada de clientes y la mejora de la seguridad y la usabilidad del sistema. Con una interfaz clara que facilita la identificación de problemas, los técnicos ahora pueden ver y administrar los clientes conectados a cada puerto de las OLTs. Además, se tomaron más medidas de seguridad para proteger los datos y mejorar la usabilidad del sistema.

**Entregables:****Gestión de Clientes y Onus:**

- Interfaz para visualizar los clientes conectados a las OLT.
- Información detallada sobre el estado y la configuración de los clientes.
- Sistema de colores para indicar el estado de las conexiones.

**Seguridad y usabilidad:**

- Cifrado de las comunicaciones entre servidores y clientes.
- Mejoras en la interfaz de usuario para una experiencia más intuitiva.

**Tabla 12***Sprint 4: Detalles Avanzados del Cliente y Operaciones de ONU*

<b>Sprint 4</b>			
<b>Historia N. °</b>	<b>Enunciado del ítem de Product Backlog</b>	<b>Tarea</b>	<b>Tiempo</b>
HU-08	Como un técnico, quiero ver información detallada del equipo instalado en cada cliente	19. Desarrollar una vista detallada del equipo instalado, mostrando el modelo, memoria utilizada, y CPU. 20. Mostrar el tiempo de	8 horas (1.5 día)

		actividad y el último daño registrado de la ONU.	6 horas (1 día)
HU-09	Como técnico, quiero ver el plan y los servicios asociados con cada cliente.	21. Implementar la visualización del plan instalado y el servicport asociado al cliente.	6 horas (1 día)
HU-10	Como técnico, quiero poder reiniciar la ONU del cliente desde el sistema.	22. Desarrollar la funcionalidad para enviar comandos de reinicio a la ONU desde la interfaz de gestión. 23. Mostrar una confirmación de operación y el estado post-reinicio de la ONU.	12 horas (2 día)  5 horas (1.5 días)

### Resumen del Sprint:

En este sprint, se agregó la capacidad para que los técnicos vieran información detallada sobre cada cliente, incluidos datos sobre el equipo ONU instalado y el plan de servicio asociado. También se permitió reiniciar las ONUs directamente desde el sistema, lo que mejoró la capacidad de gestión y resolución de problemas de los técnicos.

### Entregables:

### Vista Detallada del cliente:

- La interfaz muestra el modelo del equipo instalado, la memoria utilizada, el número de serie, la CPU, el tiempo de actividad y el daño más reciente registrado.

- Información detallada sobre el plan instalado del cliente y el servisport.

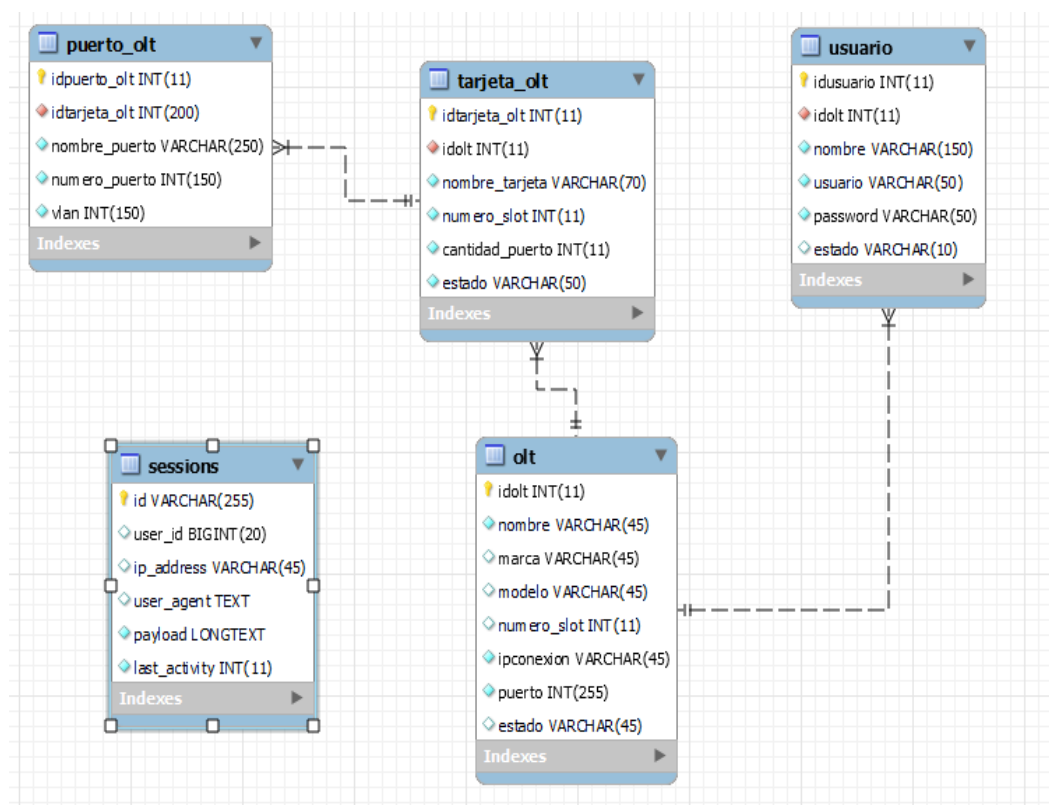
## Operaciones de Gestión de ONU

- Mejoras de funcionalidad para el envío de comandos de reinicio a UNOs.
- Confirmación y estado de los equipos tras el reinicio.

## 2.2. Esquema de la base de datos (SGBDD)

**Figura 3**

*Base de datos del sistema*



*Nota.* El modelo físico de una base de datos se utiliza para administrar la infraestructura de una red de telecomunicaciones, como se muestra en la imagen. Incluye varias tablas que almacenan información sobre usuarios, sesiones activas, puertos, tarjetas y dispositivos. Estas tablas tienen relaciones que facilitan la organización y el acceso a los datos del sistema.

## 2.3. Diagrama de la arquitectura del sistema

Los diagramas siguientes muestran cómo todos los componentes del sistema interactúan entre sí para ofrecer una solución completa para la gestión y visualización de OLTs y ONUs. La combinación de scripts Python para la extracción de datos, backend Laravel para el procesamiento e interfaz web para la presentación permite una integración y una experiencia de usuario coherente.

### Arquitectura del Sistema

Los componentes de hardware y software de la arquitectura del sistema trabajan juntos para cumplir con los objetivos del proyecto.

#### Hardware

El terminal de línea óptica, también conocido como OLT, es un dispositivo que maneja la transmisión de datos a través de la red de fibra óptica.

- **Servidor:** Los servicios backend y la base de datos son administrados por una máquina física o virtual.
- **Clientes:** Los dispositivos de usuario final interactúan con el sistema a través de una interfaz web.

#### Software

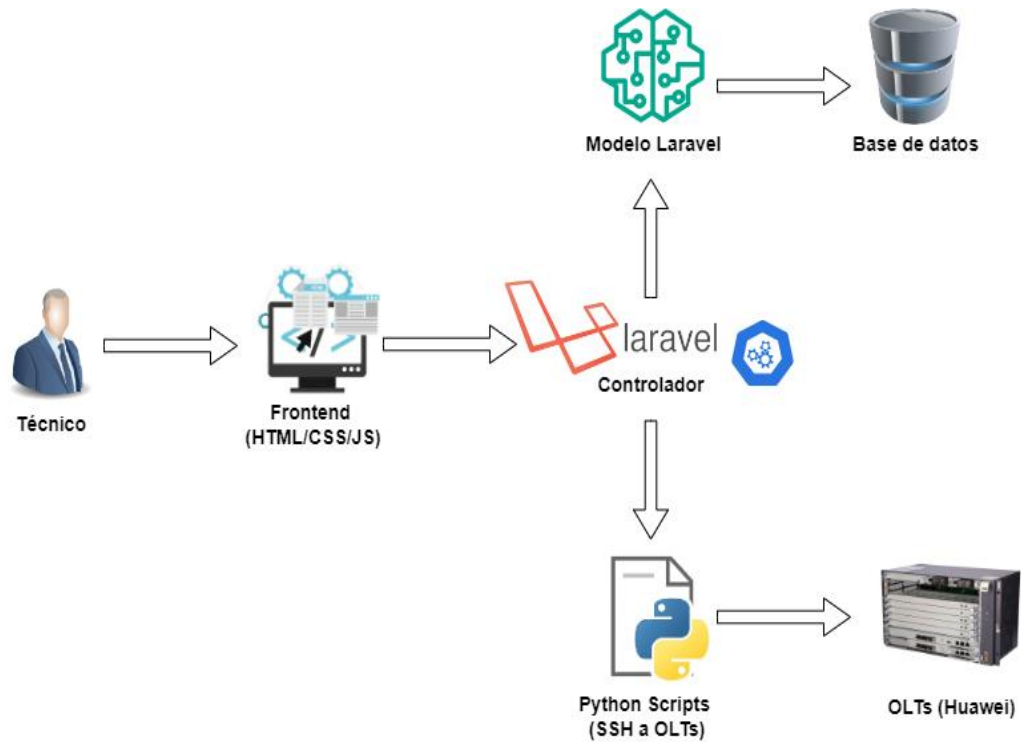
- **El controlador Laravel:** es un componente del backend que gestiona las solicitudes HTTP, interactúa con la base de datos y genera vistas adecuadas.
- **Códigos Python:** Códigos que se conectan a las OLTs a través de SSH para extraer datos y enviarlos al controlador Laravel.
- **Frontend:** una interfaz de usuario web con HTML, CSS y JavaScript que permite a los usuarios ver y administrar datos.



- **Bases de datos:** un sistema para administrar bases de datos que almacena información constante sobre OLTs, ONUs, usuarios y otros.

**Figura 4**

*Diagrama de arquitectura del sistema*



*Nota.* Este diagrama muestra cómo funcionan los componentes de hardware y software del sistema, destacando el flujo de datos desde las OLTs a la interfaz de usuario utilizando scripts Python y el framework Laravel.

## Patrones de Diseño

### MVC (Model-View-Controller)

- **Model:** Representa las normas comerciales y la estructura de datos. Los modelos Eloquent se utilizan para gestionar esto en Laravel.
- **View:** La interfaz de usuario que presenta información al cliente se representa con vistas Blade en Laravel.

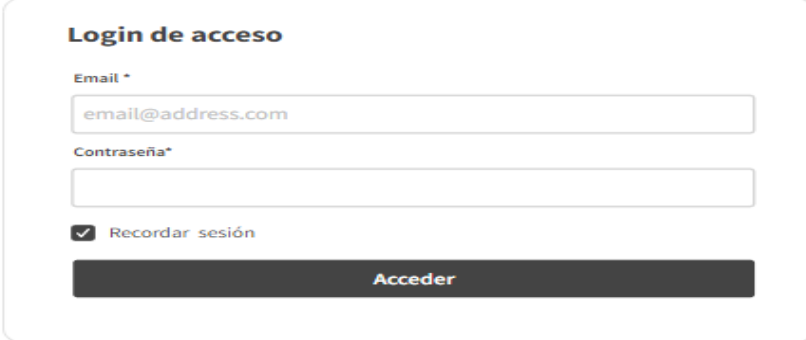
- **Controller:** El intermediario que gestiona la lógica comercial, procesa las solicitudes del usuario, actualiza el modelo y selecciona la vista para mostrar.

## 2.4. Diseño de interfaces

Las actualizaciones de mantenimiento (MOC) están incluidas aquí, no las capturas de pantalla.

**Figura 5**

*Mackup 1: Login de inicio al sistema*

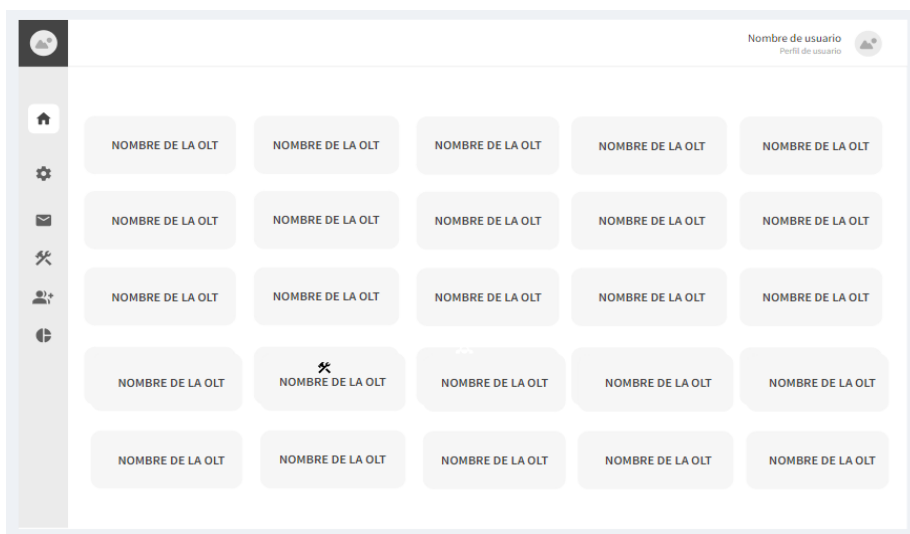


The image shows a login form titled "Login de acceso". It contains two input fields: "Email \*" with the placeholder "email@address.com" and "Contraseña\*". Below the password field is a checkbox labeled "Recordar sesión" which is checked. At the bottom is a dark button labeled "Acceder".

*Nota:* El formulario de inicio de sesión del sistema se muestra en la imagen. Para acceder, los usuarios deben proporcionar su correo electrónico y contraseña correctos. El sistema no permitirá el acceso si los datos son falsos.

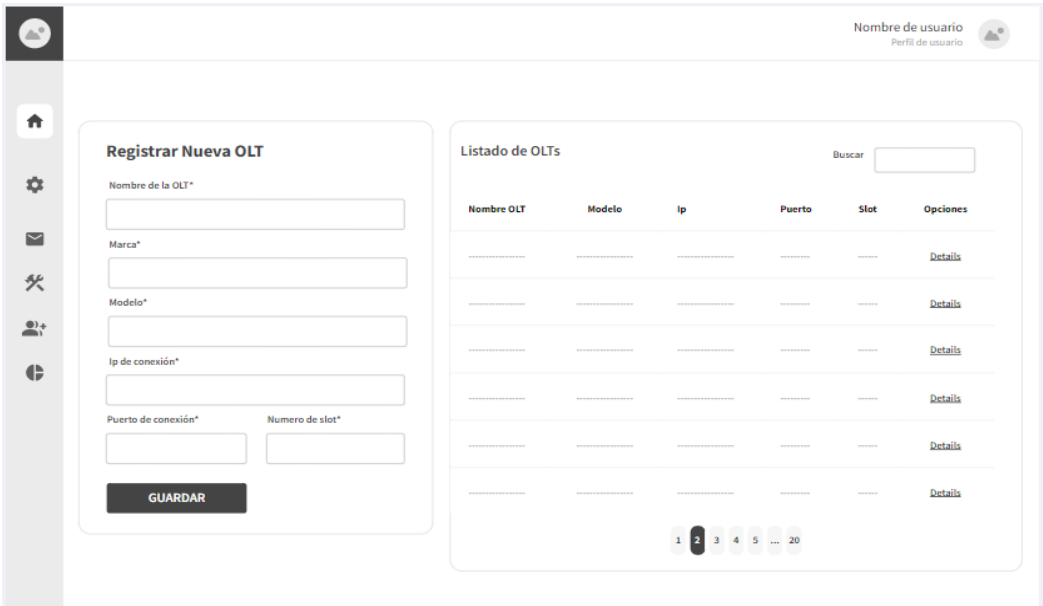
**Figura 6**

**Mackup 2: interfaz de inicio del sistema**



*Nota:* La interfaz de inicio del sistema, que muestra todas las terminales de línea óptica (OLT) conectadas, se muestra en la imagen. Esta vista permite un acceso rápido a cada OLT en la red y una gestión eficiente.

**Figura 7**  
*Mackup 3: Registro de las OLTs*



*Nota:* La sección de registro de OLTs del sistema se muestra en la imagen. Los usuarios pueden registrar nuevas OLTs y editar o eliminar las existentes a través de esta interfaz, lo que facilita la gestión y actualización de la red.

**Figura 8**  
*Mackup 4: Gestión de las OLTs*



*Nota:* La interfaz de consultas de las OLT se muestra en la imagen. Los usuarios pueden ver el tiempo de actividad, reiniciar las OLTs, ver las MCUD activas y buscar clientes con su número de serie en esta sección.

**Figura 9**  
**Mackup 5: Detalles de la ONU**



*Nota:* La interfaz de detalles de una ONU se muestra en la imagen. Esta perspectiva ofrece información detallada sobre las Naciones Unidas, incluido su estado, organización y métricas de desempeño.

**2.5. Estándares de programación utilizados**

Los estándares y prácticas de programación utilizados en el desarrollo del "Sistema de gestión de OLTs" se describen en este apartado. Este sistema combina el uso de Laravel y Python para obtener y mostrar información específica de OLTs.

**Laravel**

Laravel sirve como el marco principal para el backend del sistema, ofreciendo una estructura y una interfaz para la gestión y la presentación de datos. Los estándares de programación utilizados en Laravel son:

- **La arquitectura MVC:** implica la implementación del patrón Modelo-Vista-Controlador para diferenciar la lógica de negocio (Python) de la lógica de presentación (Laravel).
- **Rutas y controladores:** Las rutas de Laravel se utilizan para administrar las solicitudes de usuario y para procesar la lógica de la aplicación.
- **Seguridad:** Establecer políticas de seguridad como autenticación de usuarios, autorización y protección contra ataques CSRF.
- **Integración con Python:** Laravel sirve como intermediario para interactuar con los scripts de Python a través de SSH y procesar los datos devueltos.

## Python

Usando Paramiko, Python se utiliza para extraer datos de las OLTs a través de SSH. Incluye los estándares de programación de Python:

- **Paramiko:** La librería se utiliza para establecer conexiones seguras SSH con los dispositivos OLT y extraer datos específicos.
- **Procesamiento de datos:** Convertir los datos obtenidos en formato JSON para que sean fáciles de manipular y mostrar en la interfaz de usuario.
- **Scripts de automatización:** Implementar scripts Python para tareas de extracción de datos específicos e integrarlos con Laravel.

## CamelCase

CamelCase estándar se utilizó para nombrar clases, métodos y atributos del sistema. Los nombres deben comenzar con una letra minúscula y todas las palabras subsiguientes deben comenzar con una letra mayúscula, sin espacios ni caracteres especiales entre palabras.

## **Tabulación y estilo**

El código se tabuló de forma coherente y adecuada para mantener un estilo uniforme en toda la base de código. Esto no sólo mejora la legibilidad, sino que facilita la colaboración y el mantenimiento del código a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

## **Claridad en la nomenclatura**

Se ha adoptado una política estricta para garantizar que todos los nombres de clases, métodos y atributos sean claros y descriptivos. Esto incluye el uso de identificadores que reflejen claramente la funcionalidad y finalidad de cada componente del sistema.

Los nombres de las tablas de la base de datos se escriben con la primera letra en mayúscula, seguida del nombre del módulo al que pertenecen. Este formato ayuda a organizar y estructurar la base de datos de forma coherente, lo que facilita su comprensión y gestión.

## **Nombres de los atributos**

Los nombres de los atributos de las tablas se han designado mediante un identificador que incluye el nombre del módulo y el nombre específico del atributo al que se refiere. Esta convención garantiza la coherencia y una relación clara entre los datos almacenados en la base.

## **Compatibilidad y transportabilidad**

El sistema está diseñado para funcionar correctamente en distintos entornos y navegadores:

- **Compatibilidad de Navegadores:** El correcto funcionamiento está garantizado en los navegadores más utilizados, como Internet Explorer 11, Mozilla Firefox

Quantum 67, Google Chrome 76 y Microsoft Edge Anaheim o versiones superiores.

- **Transportabilidad:** El sistema es fácilmente migrable y copiable, lo que permite implantarlo en diversos entornos sin complicaciones adicionales.

## 2.6. Pruebas

Para las pruebas funcionales, se verificaron todas las funcionalidades del sistema para asegurar que cumplieran con los criterios de aceptación. En cuanto a las pruebas no funcionales, se realizaron pruebas de rendimiento para evaluar cómo el sistema maneja la carga bajo condiciones de estrés, así como pruebas de mantenibilidad para asegurar que el sistema sea fácil de actualizar y mantener a lo largo del tiempo. También se llevaron a cabo pruebas de fiabilidad para verificar que el sistema opere de manera consistente sin fallos.

Se emplearon herramientas especializadas para llevar a cabo estas pruebas, y los resultados obtenidos fueron analizados y documentados de manera detallada. Los datos y resultados estadísticos obtenidos demuestran que la solución no solo cumple con los requisitos funcionales, sino que también se comporta de manera óptima en condiciones reales de operación. Este apartado es crucial, ya que valida objetivamente la efectividad del trabajo realizado y confirma si la solución propuesta realmente resuelve el problema planteado.

**Tabla 13**

*prueba de aceptación 1: Módulo de acceso al sistema*

Título	Autenticación de Usuarios
Contexto	Se realiza cada vez que un usuario intenta acceder al sistema para asegurar que solo personas autorizadas pueden ingresar.
Evento	El usuario ingresa sus credenciales (correo y contraseña) en la página de inicio de sesión.
Resultado	El sistema valida las credenciales y permite el acceso al usuario si son correctas; en caso contrario, muestra un mensaje de error.
Evaluación	Satisfactoria

Responsable	Ing. Cristina Yacchirema
-------------	--------------------------

**Tabla 14***Prueba de aceptación 2: Módulo registros de las OLTs*

Título	Registro y Gestión de OLTs
Contexto	Se realiza cuando se necesita agregar o modificar las OLTs en la red.
Evento	El administrador introduce los datos de la OLT (nombre de identificación, dirección IP, puerto SSH).
Resultado	El sistema guarda correctamente la nueva OLT y permite su gestión. El administrador puede editar o eliminar registros según sea necesario.
Evaluación	Satisfactoria
Responsable	Ing. Cristina Yacchirema

**Tabla 15***Prueba de aceptación 3: Módulo de registro y asociación de tarjetas*

Título	Registro de tarjetas
Contexto	Después de registrar las OLTs, es necesario asociar las tarjetas
Evento	El administrador o técnico registra el número de tarjetas que tiene la OLT y las asocia a la OLT creada previamente.
Resultado	El sistema permite visualizar si las tarjetas se registraron correctamente en las OLTs y habilita las opciones de edición o eliminación según sea necesario.
Evaluación	Satisfactoria
Responsable	Ing. Cristina Yacchirema

**Tabla 16***Prueba de aceptación 4: Gestión de la OLT (Prueba de conexión)*

Título	Prueba de Conexión de OLT
Contexto	Se realiza para verificar la disponibilidad de las OLTs y así obtener la información necesaria.
Evento	El técnico selecciona una OLT y ejecuta una prueba de conexión.
Resultado	El sistema informa si la conexión se estableció correctamente o si hubo algún problema.



Evaluación	Satisfactoria
Responsable	Ing. Cristina Yacchirema

**Tabla 17**

*Prueba de aceptación 5: Gestión de la OLT (Registros de LOG)*

Título	Visualización de Registros de LOG de OLT
Contexto	Se realiza para revisar los cambios recientes en las OLTs.
Evento	El usuario accede a una OLT específica y solicita ver los registros generados en los últimos 5 días.
Resultado	El sistema muestra los registros de LOG de manera clara y concisa.
Evaluación	Satisfactoria
Responsable	Ing. Cristina Yacchirema

**Tabla 18**

*Prueba de aceptación 6: Gestión de la OLT (Supervisión de Tráfico de la OLT)*

Título	Supervisión de Tráfico de la OLT
Contexto	Se realiza para monitorear el rendimiento y el ancho de banda en tiempo real de las OLTs.
Evento	El usuario selecciona una OLT y solicita datos en tiempo real sobre el tráfico consumido por los clientes.
Resultado	El sistema proporciona datos precisos en tiempo real sobre el ancho de banda consumido por los clientes y un historial de los últimos dos días, que se muestra en una gráfica.
Evaluación	Satisfactoria
Responsable	Ing. Cristina Yacchirema

**Tabla 19**

*Prueba de aceptación 6: Gestión de la OLT (puertos de la OLT)*

Título	Consulta a la OLT para Información de Tarjetas y Puertos
Contexto	Al realizar una consulta a la OLT, se nos mostrará la lista de tarjetas asociadas. Cada una de estas tarjetas puede tener entre 8 y 16 puertos. Además, cada puerto puede soportar un máximo de 128 clientes.
Evento	El usuario selecciona una OLT, la cual muestra las tarjetas disponibles según el modelo. Luego, el usuario elige una tarjeta y se despliegan sus puertos, que pueden

	ser de 8 o 16.
Resultado	En el sistema se mostrarán en una tabla, con un estado de color verde indicando que el puerto está funcionando correctamente, y en color rojo si el puerto presenta algún problema de conexión.
Evaluación	Satisfactoria
Responsable	Ing. Cristina Yacchirema

**Tabla 20**

*Prueba de aceptación 6: Gestión de la OLT (Clientes por puertos)*

Título	Monitoreo y Gestión de Clientes en Puertos de OLT
Contexto	En un sistema de gestión de OLTs, se permite a los usuarios seleccionar puertos para visualizar y gestionar los clientes conectados.
Evento	El usuario selecciona una OLT y, según el modelo, se despliegan las tarjetas disponibles. Luego elige una tarjeta y se muestran sus puertos, que pueden ser de 8 o 16. Al seleccionar un puerto, el usuario accede a la opción "Opciones", donde se despliega una tabla con información detallada de los clientes conectados, incluyendo ID, nombre, número de serie del equipo y estado de conexión (verde para correcto, rojo para problemas). Además, se habilitan funciones adicionales para cada cliente, como consultar la potencia, ver el modelo del equipo instalado, el plan de internet contratado con su VLAN asociada, detalles de la ONU y la potencia.
Resultado	El usuario obtiene una visión detallada del estado de los clientes conectados a un puerto específico de la OLT, con la capacidad de realizar consultas y gestiones específicas sobre cada cliente, facilitando el mantenimiento y resolución de problemas de conexión de manera eficiente.
Evaluación	Satisfactoria
Responsable	Ing. Cristina Yacchirema

### 2.6.1. Pruebas de Rendimiento (Aceptación Técnica)

Para determinar los resultados de las pruebas de rendimiento, el sistema de Gestión de OLTs fue sometido a una carga de trabajo en algunos de sus módulos, lo que permitió verificar su velocidad de respuesta, el consumo de recursos en la web, su fiabilidad y estabilidad al ejecutar sus funciones. A continuación, se presentan los resultados luego de haber realizado las pruebas respectivas, para lo cual se utilizó el

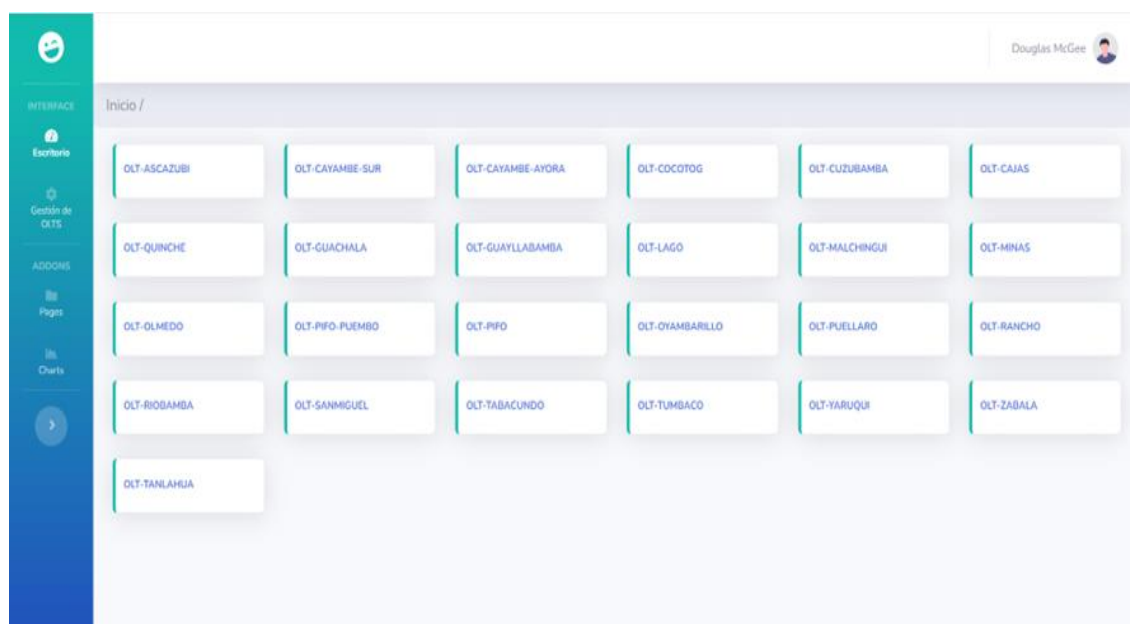
navegador web Google Chrome y la aplicación JMet , permitiendo visualizar de manera estadística cada resultado.

#### a) Módulo de Inicio al sistema

Según los resultados, la demora para acceder al sistema es de 256 milisegundos, o 0.256 segundos. Este tiempo debe estar dentro de los 2 segundos máximos permitidos, que se consideran adecuados para el proceso de validación de credenciales, el inicio de sesión del usuario y la carga de la página principal de bienvenida. En la prueba, se simuló el acceso simultáneo de diez usuarios al sistema con un tiempo de espera de cinco segundos entre cada uno.

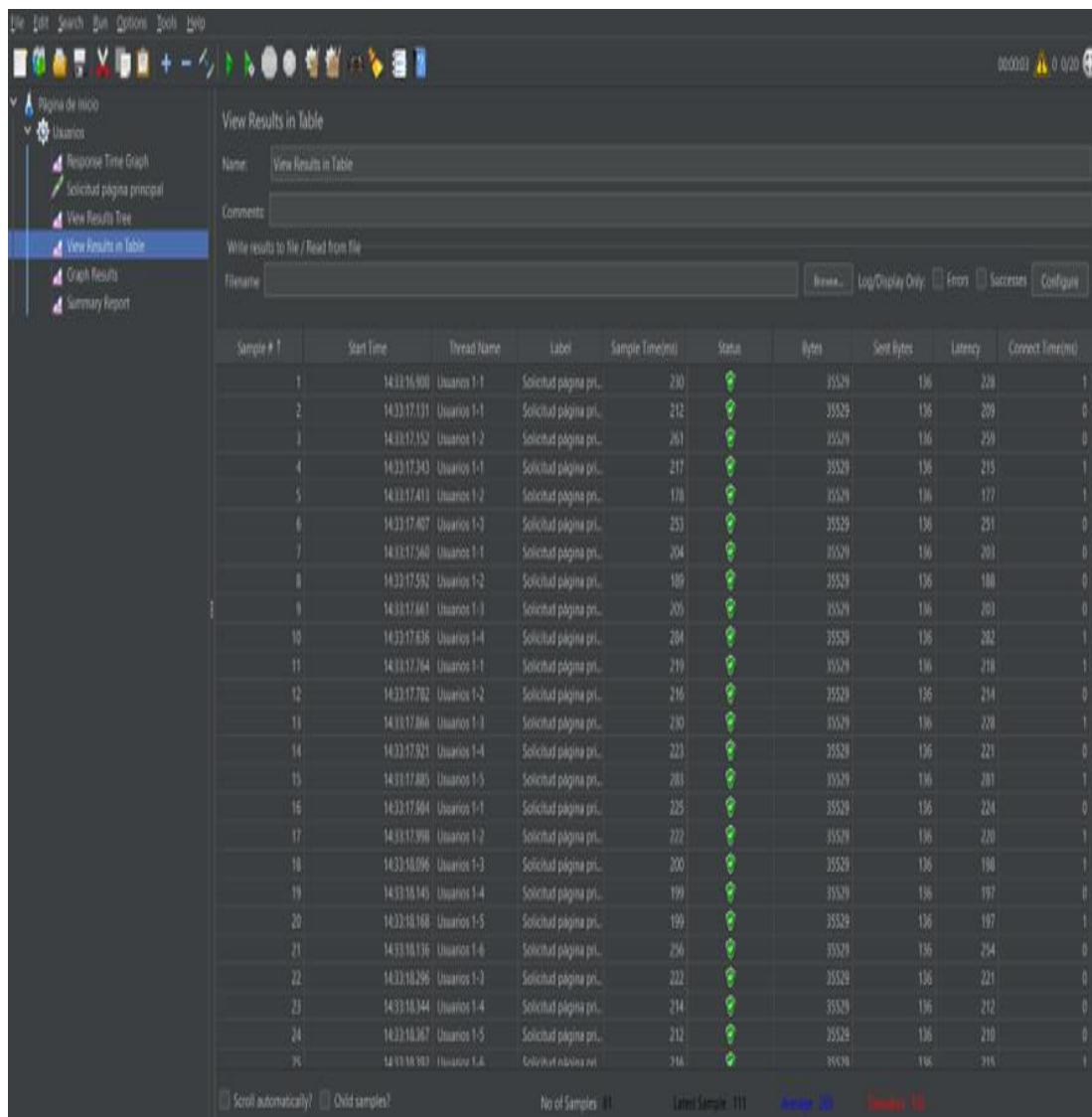
Los resultados mostraron que el sistema gestiona esta carga sin problemas. Cabe señalar que el número máximo de técnicos que utilizarán el sistema es de 10.

**Figura 10**  
*Página Principal*

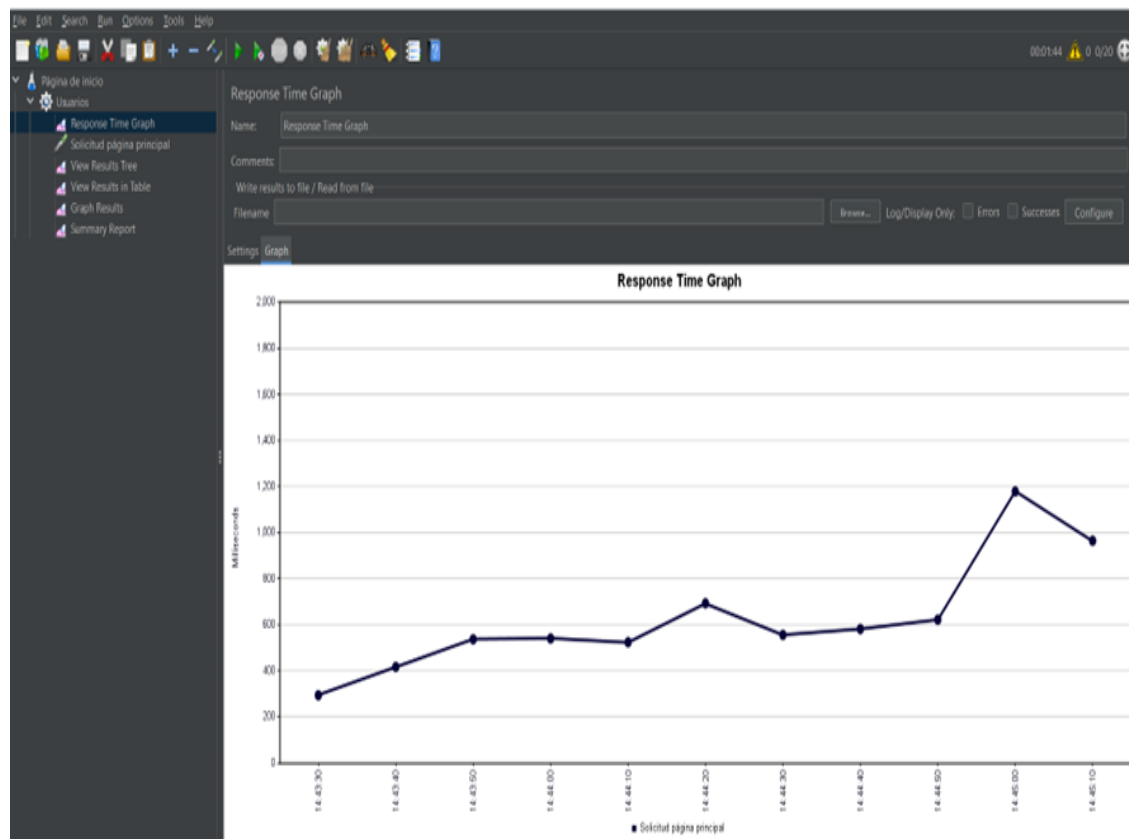


Nota: Esta figura muestra la página principal. Después de iniciar sesión, el usuario puede ver todas las OLT que ya están configuradas.

Los resultados obtenidos en la prueba de rendimiento en el modo de inicio son los siguientes:

**Figura 11***Tiempo de Respuesta de la Página de inicio.*

Nota: Al realizar una solicitud GET a la página de inicio del sistema, se genera una tabla con los valores correspondientes al tiempo de respuesta y al rendimiento, como se muestra en esta figura como resultado se puede ver el tiempo todas las solicitudes son satisfactorias y el tiempo de respuesta no supera los 5 milisegundos.

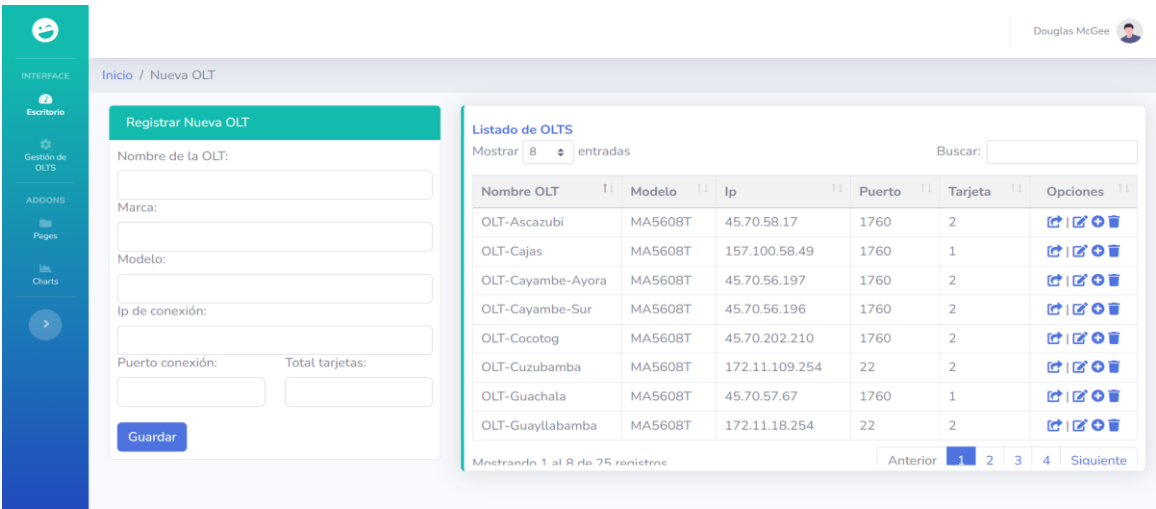
**Figura 12***Gráfica del Tiempo de Respuesta a la Página de Inicio*

Nota: El tiempo de respuesta para cargar la página de inicio del sistema se muestra en esta gráfica. Refleja el rendimiento del sistema al procesar las solicitudes y puede ayudar a evaluar la eficiencia de la carga de la página en diferentes condiciones.

### b) Módulo de Registro de las OLTs

Los resultados muestran que el tiempo promedio para acceder al sistema y registrar datos en el módulo OLT es de 350 milisegundos, lo que equivale a 0.35 segundos. Este tiempo se encuentra dentro del límite de 5 segundos máximo permitido, que se considera adecuado para el proceso de registro de un nuevo OLT. En la prueba, se simuló que diez usuarios accedían al sistema simultáneamente, con un intervalo de cinco segundos entre cada acceso para realizar un registro. Los resultados mostraron que el sistema manejó esta carga de manera efectiva. Es importante tener en cuenta que el número máximo de técnicos que podrán usar el sistema es de diez.

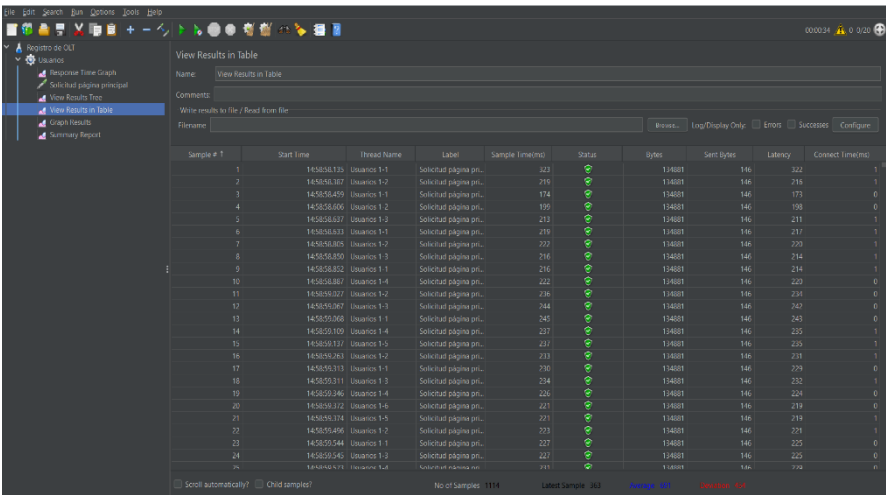
**Figura 13**  
*Página Principal*



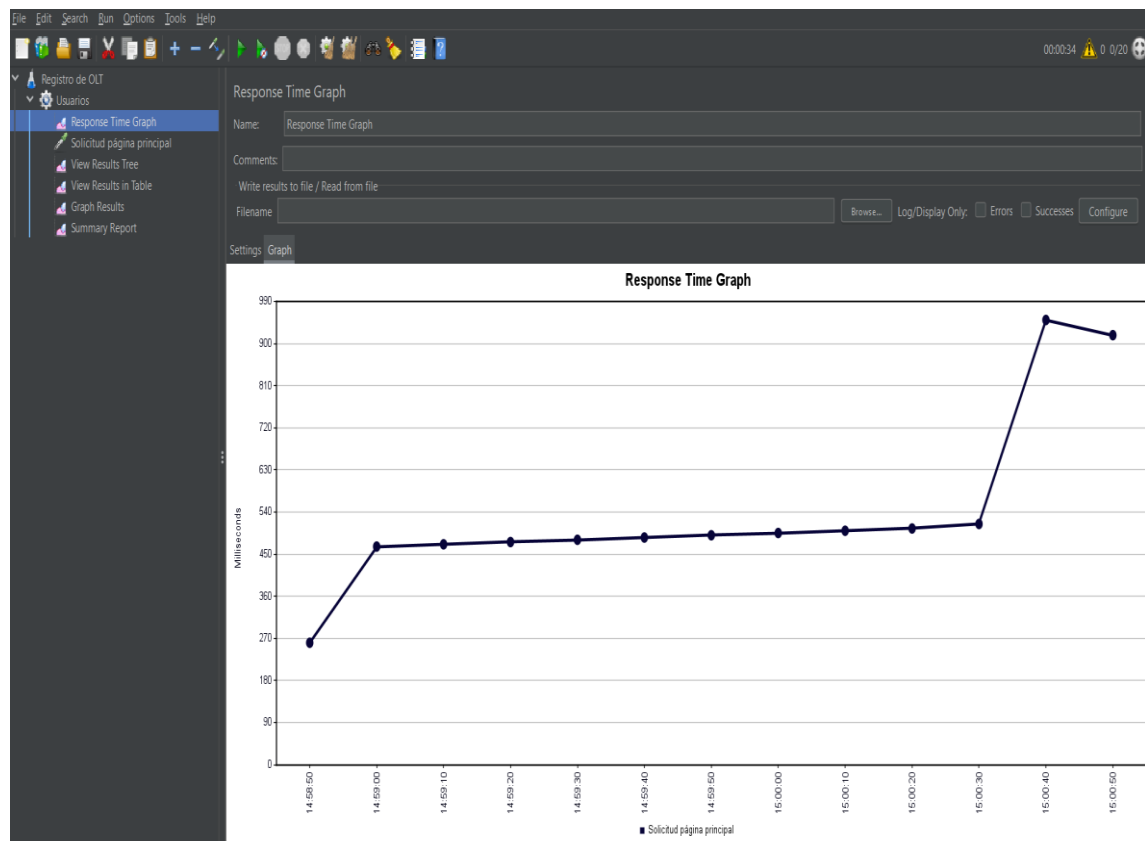
**Nota:** En esta figura se muestra el módulo de registro de una nueva OLT.

Los resultados de la prueba de desempeño del módulo de registro de OLT son los siguientes:

**Figura 14**  
*Tiempo de Respuesta al registrar una OLT.*



**Nota:** Al realizar una solicitud POST para registrar un nuevo dato, esta figura muestra una tabla con los valores correspondientes al tiempo de respuesta y al rendimiento.

**Figura 15***Gráfica del Tiempo de Conexión a la Base de Datos*

**Nota:** El tiempo requerido para acceder al módulo de registro de los OLT se muestra en esta gráfica. Debido a la conexión con la base de datos, también se observa un aumento en el tiempo durante el proceso de guardado. Sin embargo, este adicional de tiempo no supera los dos segundos tomando como un tiempo dentro de los parámetros normales en un módulo de registro.

### c) Módulo de Gestión de las OLTs

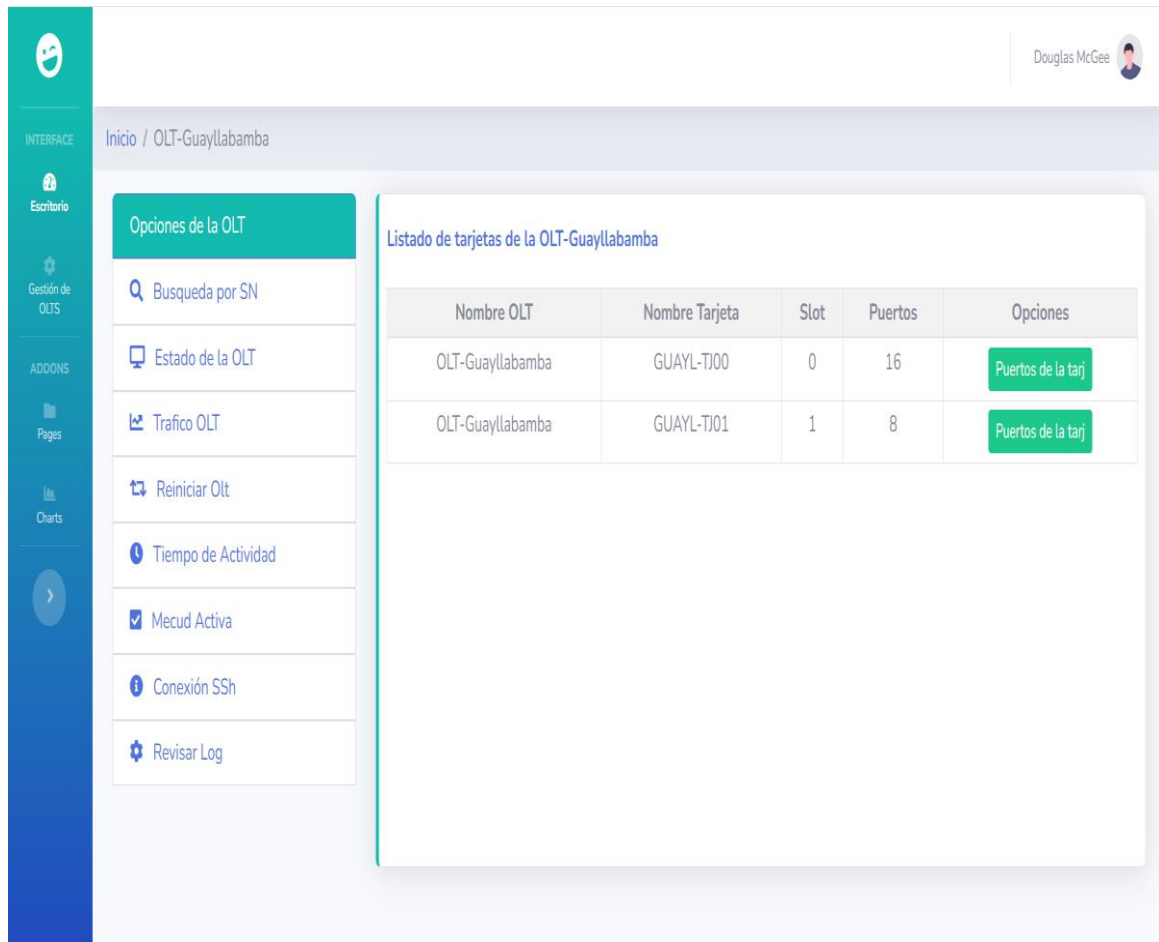
Los resultados muestran que el tiempo promedio para acceder al módulo de gestión de OLT es de 1200 milisegundos, o 1,2 segundos. Considerando que el sistema

se conecta a un equipo externo a través de SSH, este tiempo es bastante corto. Para evitar bloqueos de

seguridad de la OLT Huawei, los comandos se utilizan para conectar la OLT y el sistema simula la interacción humana.

**Figura 16**

*Página de gestión de la OLT*



The screenshot shows a web interface for OLT management. On the left is a sidebar with a teal header and a blue footer. The sidebar contains a search bar, a list of navigation items (Escritorio, Gestión de OLTs, ADDONS, Pages, Charts), and a circular button with a right arrow. The main panel has a light blue header with the text 'Inicio / OLT-Guayllabamba'. Below the header, there is a section titled 'Opciones de la OLT' with a list of actions: 'Busqueda por SN', 'Estado de la OLT', 'Tráfico OLT', 'Reiniciar Olt', 'Tiempo de Actividad', 'Mecud Activa', 'Conexión SSH', and 'Revisar Log'. To the right of this list is a table titled 'Listado de tarjetas de la OLT-Guayllabamba'.

Nombre OLT	Nombre Tarjeta	Slot	Puertos	Opciones
OLT-Guayllabamba	GUAYL-TJ00	0	16	<a href="#">Puertos de la tarj</a>
OLT-Guayllabamba	GUAYL-TJ01	1	8	<a href="#">Puertos de la tarj</a>

**Nota:** Esta imagen muestra el módulo de gestión de una OLT, que muestra una variedad de opciones para administrar el equipo sin generar código.

Los siguientes son los resultados de la prueba de rendimiento del módulo de gestión de OLT:

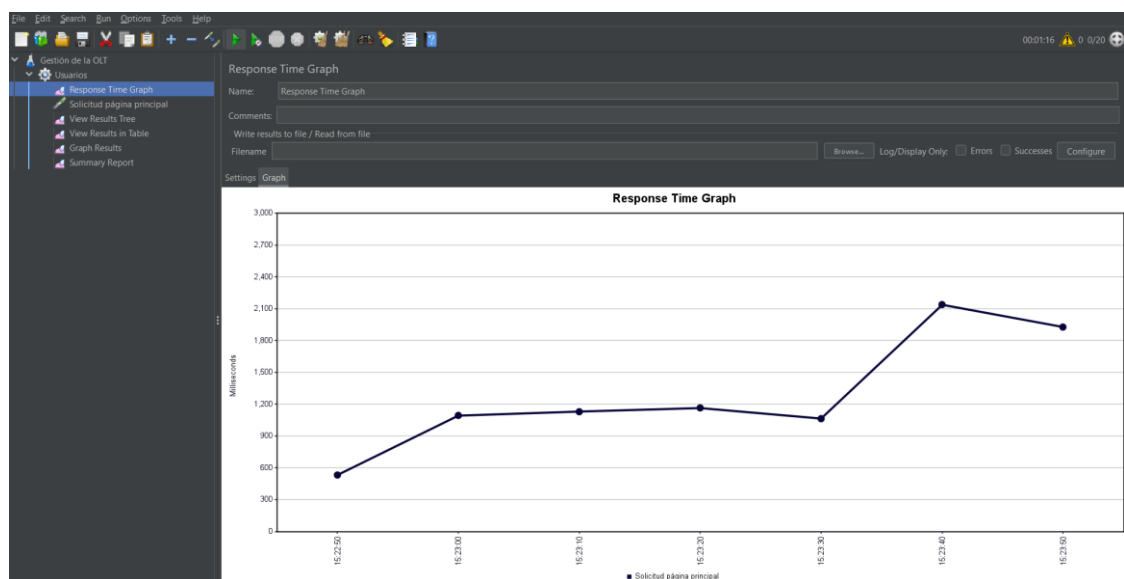


**Figura 17***Tiempo de Respuesta al ingresar al módulo.*

Sample #	Start Time	Thread Name	Label	Sample Time(ms)	Status	Bytes	Sent Bytes	Latency	Connect Time(ms)
1	15:22:52.125	Usuarios 1-1	Solicitud página pri...	204	✓	29930	146	201	1
2	15:22:52.330	Usuarios 1-1	Solicitud página pri...	200	✓	29930	146	199	0
3	15:22:52.380	Usuarios 1-2	Solicitud página pri...	183	✓	29930	146	181	1
4	15:22:52.531	Usuarios 1-1	Solicitud página pri...	196	✓	29930	146	194	0
5	15:22:52.563	Usuarios 1-2	Solicitud página pri...	200	✓	29930	146	198	0
6	15:22:52.727	Usuarios 1-1	Solicitud página pri...	240	✓	29930	146	238	0
7	15:22:52.763	Usuarios 1-2	Solicitud página pri...	243	✓	29930	146	242	0
8	15:22:52.876	Usuarios 1-4	Solicitud página pri...	279	✓	29930	146	276	0
9	15:22:53.967	Usuarios 1-1	Solicitud página pri...	259	✓	29930	146	257	1
10	15:22:53.007	Usuarios 1-2	Solicitud página pri...	266	✓	29930	146	264	0
11	15:22:53.630	Usuarios 1-3	Solicitud página pri...	708	✗	4932587	146	445	1
12	15:22:53.126	Usuarios 1-5	Solicitud página pri...	272	✓	29930	146	270	1
13	15:22:53.155	Usuarios 1-4	Solicitud página pri...	265	✓	29930	146	263	1
14	15:22:53.226	Usuarios 1-1	Solicitud página pri...	255	✓	29930	146	252	1
15	15:22:53.273	Usuarios 1-2	Solicitud página pri...	255	✓	29930	146	253	0
16	15:22:53.338	Usuarios 1-3	Solicitud página pri...	256	✓	29930	146	254	1
17	15:22:53.381	Usuarios 1-6	Solicitud página pri...	255	✓	29930	146	254	1
18	15:22:53.399	Usuarios 1-5	Solicitud página pri...	256	✓	29930	146	254	1
19	15:22:53.421	Usuarios 1-4	Solicitud página pri...	255	✓	29930	146	253	1
20	15:22:53.528	Usuarios 1-2	Solicitud página pri...	263	✓	29930	146	266	1
21	15:22:53.594	Usuarios 1-3	Solicitud página pri...	265	✓	29930	146	263	1
22	15:22:53.616	Usuarios 1-7	Solicitud página pri...	272	✓	29930	146	270	0
23	15:22:53.637	Usuarios 1-6	Solicitud página pri...	269	✓	29930	146	265	0
24	15:22:53.656	Usuarios 1-5	Solicitud página pri...	277	✓	29930	146	275	0
25	15:22:53.786	Usuarios 1-3	Solicitud página pri...	760	✓	29930	146	768	1

☐ Scroll automatically! ☐ Hide samples! No of Samples: 1230 Latent Sample: 1151 Average: 1754 Deviation: 701

**Nota:** Al realizar una solicitud GET a la OLT para extraer información relevante de la OLT consultada, se generó una tabla con los valores correspondientes al tiempo de respuesta y al rendimiento, como se muestra en esta figura

**Figura 18***Gráfica al realizar la extracción de información de mi base de datos*

**Nota:** El tiempo requerido para acceder al módulo de gestión de OLT se muestra en esta gráfica. Durante el proceso de consulta, también se observa un aumento en el tiempo

porque el sistema debe obtener información de la base de datos y luego recuperarla de la OLT.

#### d) Módulo de consulta de puertos

Esta gráfica muestra el tiempo requerido para acceder al módulo de gestión de OLT. También se observa un aumento en el tiempo durante el proceso de consulta porque el sistema debe obtener información de la base de datos y luego recuperarla de la OLT.

En lugar de mostrarse en forma de comandos, los datos se muestran de manera interactiva al usuario después de extraer la información.

**Figura 19**

*Página de consulta de puertos*

Inicio / OLT-Guayllabamba / Tarjeta 0/0

Opciones de la OLT

Estado de la Tarjeta 0/0

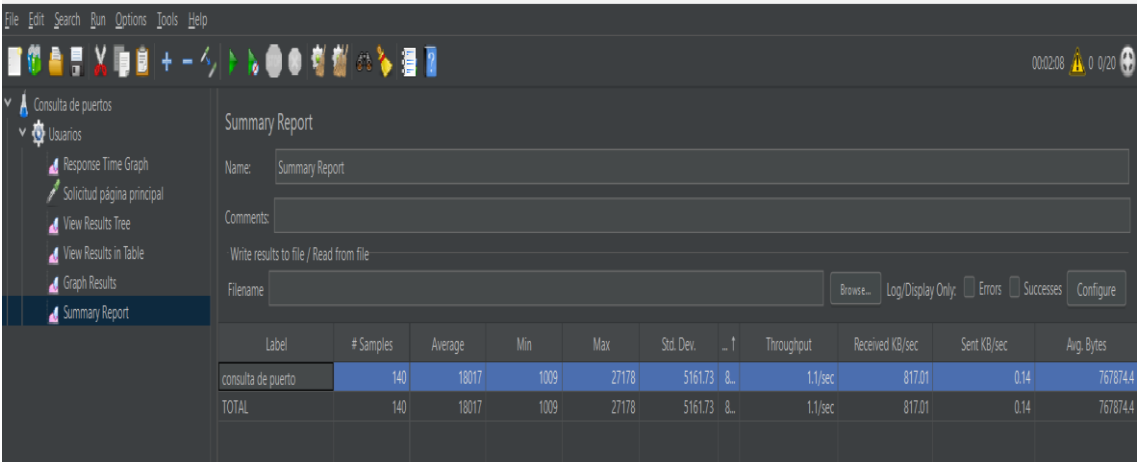
Tarjeta 0/0 de la olt : OLT-Guayllabamba | 16 Online 0 Offline | Total de registros: 16

Puerto	Tipo	Distancia min	Distancia max	Módulo Óptico	Opciones
Puerto: 0	GPON	0	20	Activo	Ver clientes
Puerto: 1	GPON	0	20	Activo	Ver clientes
Puerto: 2	GPON	0	20	Activo	Ver clientes
Puerto: 3	GPON	0	20	Activo	Ver clientes
Puerto: 4	GPON	0	20	Activo	Ver clientes
Puerto: 5	GPON	0	20	Activo	Ver clientes
Puerto: 6	GPON	0	20	Activo	Ver clientes
Puerto: 7	GPON	0	20	Activo	Ver clientes
Puerto: 8	GPON	0	20	Activo	Ver clientes

**Nota:** El resultado obtenido después de conectar nuestro sistema a la OLT se muestra en esta figura. Haciendo clic en el botón "Ver clientes", se puede ver la información de todos los puertos y ver los clientes asociados a cada puerto.

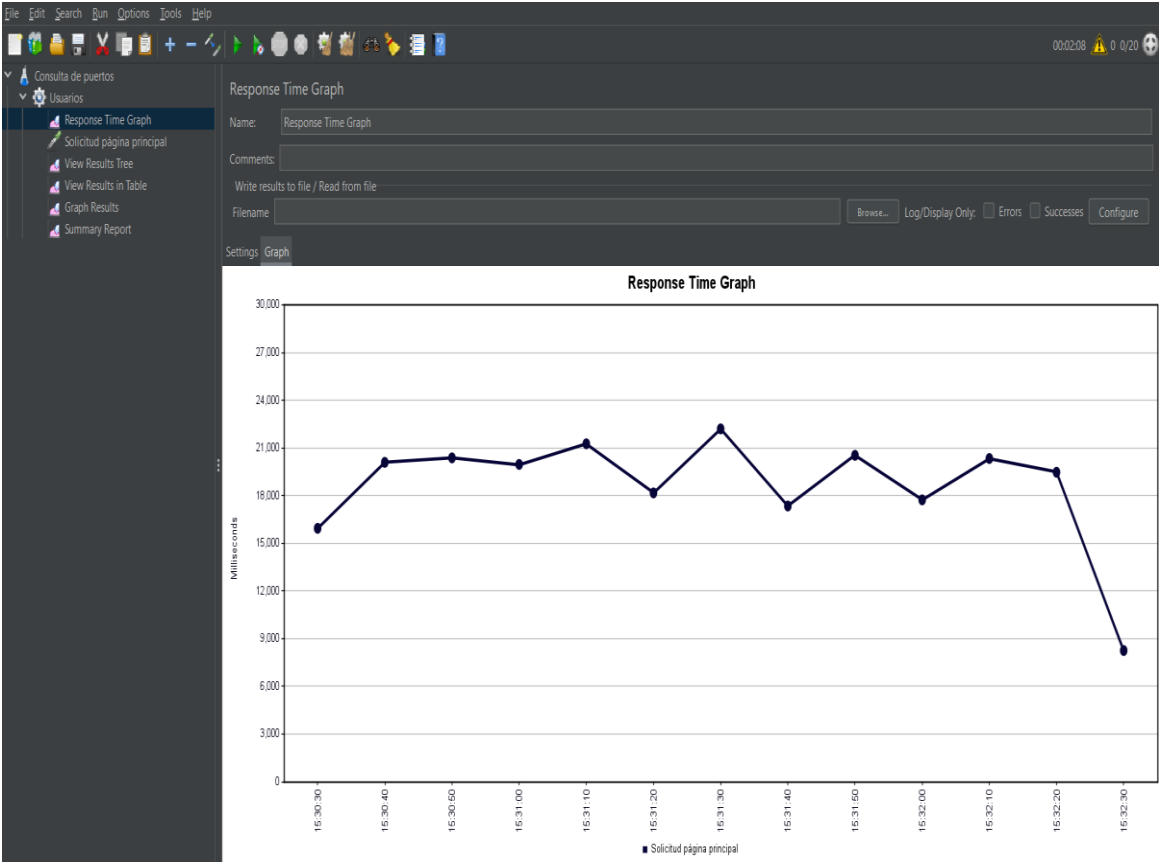
Los resultados de la prueba de desempeño del módulo de gestión de OLT son los siguientes:

**Figura 20**  
*Tiempo de Respuesta al consultar los puertos.*



**Nota:** Al realizar la conexión a la OLT y ejecutar una serie de comandos para extraer la información, esta figura muestra una tabla con los valores correspondientes al tiempo.

**Figura 21**  
*Gráfica de la Extracción de Información de los Puertos de la OLT*



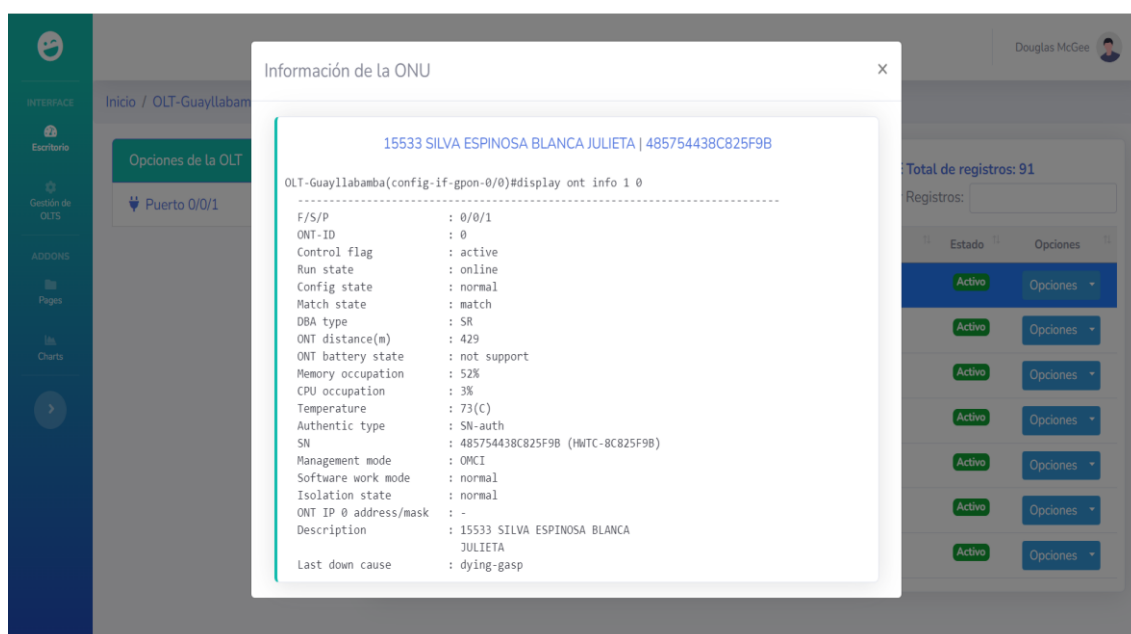
**Nota:** La duración promedio de 11 segundos para acceder al módulo de consulta de puertos se muestra en esta gráfica. La demora se debe a la conexión por SSH a un equipo externo ubicado en otras parroquias, así como a la cantidad de comandos que el sistema debe simular para evitar bloqueos de OLT.

#### e) Módulo de consulta de ONU del cliente

Los resultados indican que el tiempo promedio para acceder al módulo de consulta y su equipo de fibra óptica (ONU) de un cliente es de 6000 milisegundos, lo que equivale a 6 segundos. Debido a las medidas de seguridad de la OLT Huawei, hay una espera de 1 segundo entre cada comando enviado a la OLT, por lo que este tiempo se considera dentro de los parámetros normales. Aunque se retrasó, el tiempo total es aceptable.

**Figura 22**

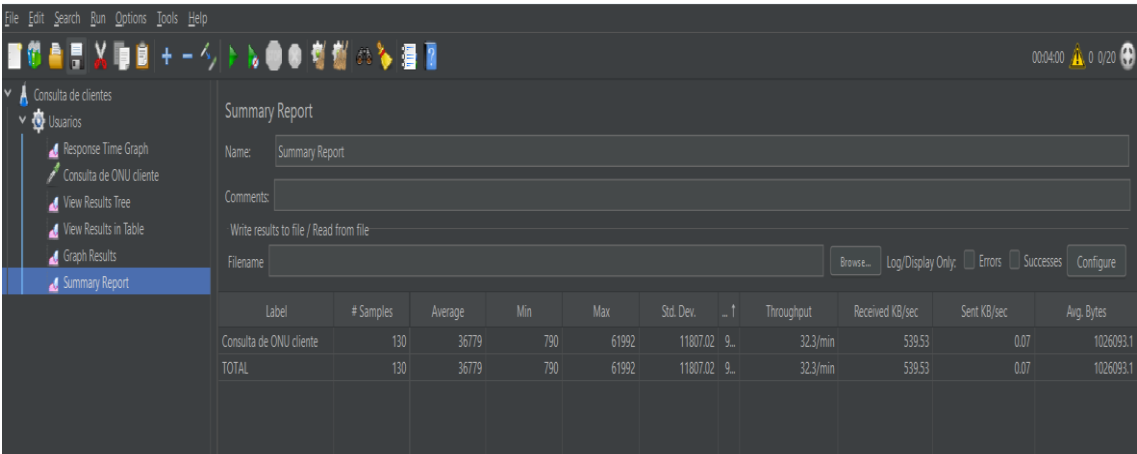
*Módulo de consulta de ONU del cliente*



**Nota:** En esta figura se muestra el módulo de consulta de una ONU, donde se pueden consultar cuatro aspectos importantes solicitados con frecuencia por el personal técnico. Uno de estos aspectos se puede observar en la imagen.

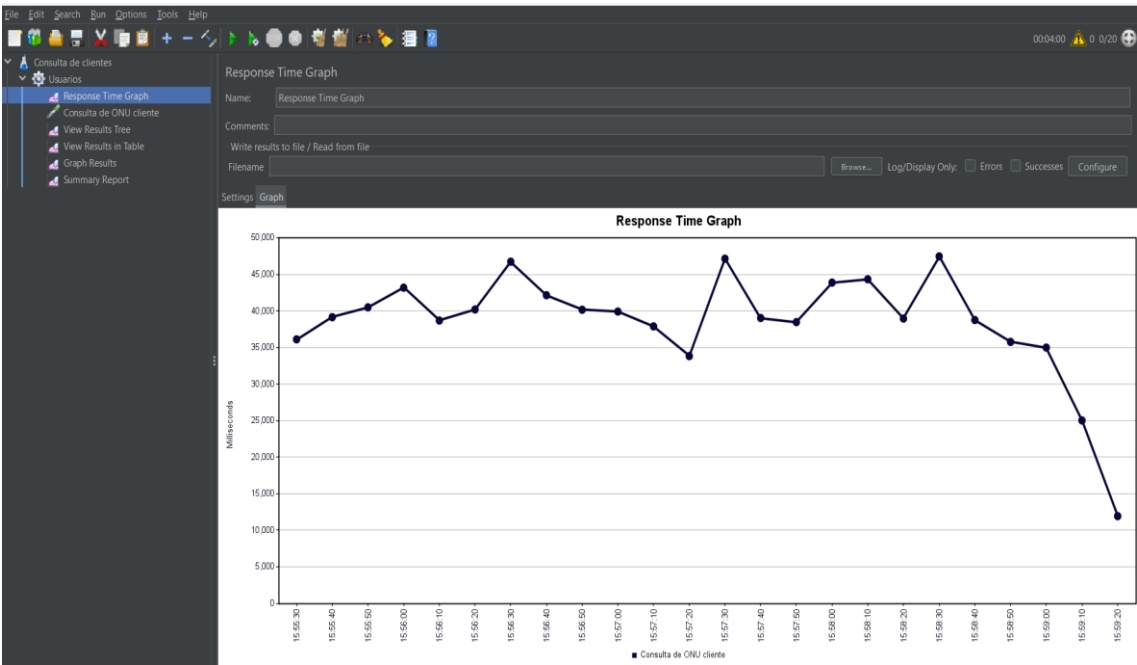
Los resultados obtenidos en la prueba de rendimiento del módulo de consulta de las ONU del cliente son los siguientes:

**Figura 23**  
*Tiempo de Respuesta al ingresar al módulo de consulta de ONU*



**Nota:** Al realizar una solicitud GET a la OLT para extraer información relevante de una o más ONU de los clientes, se presenta una tabla con los valores correspondientes al tiempo de respuesta y al rendimiento.

**Figura 24**  
*Gráfica al realizar la extracción de información de mi ONU*



**Nota:** El rendimiento del sistema para realizar múltiples consultas simultáneas para un cliente con un tiempo promedio de 35 segundos se muestra en esta gráfica. Es importante tener en cuenta que este tiempo cubre todas las consultas realizadas a través de una

conexión SSH. Anteriormente, este proceso tardaba entre cinco y diez minutos, pero ahora toma menos de un minuto.

## 2.7. Implementación

### 2.7.1. Requisitos para la Implementación:

- **Hardware:**
  - **Servidor:** Necesitas un servidor físico o virtual para ejecutar el sistema backend y la base de datos.
  - **OLT Huawei:** El dispositivo de red que se gestionará a través del sistema.
  - **Clientes:** Dispositivos de usuario final que interactuaron con la interfaz web.
- **Software:**
  - **Sistema Operativo:** Windows 10 Server para el servidor o superior
  - **Servidor Web:** XAMPP con Apache para el servidor web y MySQL para la base de datos.
  - **Lenguajes de Programación:** PHP (Laravel) y Python (para los scripts de extracción de datos).
  - **Frameworks y Librerías:** Laravel para el backend y Paramiko para la conexión SSH en Python.

### 2.7.2. Proceso de Implementación:

- **Configuración del Entorno:**
  - Instalación y configuración de XAMPP, MySQL y Apache.
  - Configuración de Laravel y Python en el servidor.
- **Integración:**
  - Conexión entre los scripts de Python con las OLTs deben estar en la misma red o en tal caso hacer un tunel con ips publicas
  - Pruebas de integración para asegurar que los datos se visualizan correctamente en la interfaz web.

### 2.7.3. Requerimientos de hardware y software

#### 2.7.3.1. Hardware

##### *Servidor:*

##### CPU:

- Recomendado: Procesador de múltiples núcleos con al menos cuatro núcleos. Los ejemplos incluyen Intel Xeon, AMD Ryzen o algo similar.
- Motivo: Un procesador con múltiples núcleos asegura que el servidor pueda realizar múltiples tareas simultáneamente sin problemas significativos, lo cual es esencial para manejar múltiples conexiones y operaciones.

- **Memoria RAM:**

- Recomendamos 8 GB como mínimo, aunque 16 GB o más es ideal para entornos de producción con muchos usuarios al mismo tiempo.
- La razón es que la memoria RAM adecuada permite al servidor manejar grandes cantidades de datos y procesos simultáneamente sin disminuir el rendimiento.

- **Almacenamiento:**

- Se recomienda que el sistema operativo y las aplicaciones tengan al menos 256 GB de almacenamiento en SSD.
- Motivo: Las SSD ofrecen velocidades de lectura y escritura más rápidas, lo que mejora significativamente el rendimiento del sistema y la rapidez en el acceso a datos.

- **Conectividad:**

- Recomendamos una conexión de red que tenga una velocidad de al menos 1 Gbps.
- Motivo: Una conexión de red rápida es necesaria para manejar el tráfico de datos entre el servidor y los dispositivos clientes, así como para la comunicación con la OLT Huawei.

*Hardware para usuario*

**La CPU debe ser un procesador actual con al menos 4 núcleos, como un Intel Core i5 o AMD Ryzen 5.**

- La RAM debe ser de al menos 8 GB o más.
- Almacenamiento: 256 GB SSD o superior.
- pantallas: Monitor Full HD (1920 x 1080) o más.
- Red: Si es necesario, conexión de red de al menos 1 Gbps y Wi-Fi 5 (802.11ac).
- Discos duros como mínimo 256g ssd



## CONCLUSIONES

La implementación del nuevo sistema de gestión y monitoreo ha sido exitosa gracias a una colaboración estrecha con el jefe del área de fibra óptica y a la experiencia acumulada en más de 6 años en el sector. Se identificaron y abordaron problemas significativos en los procesos actuales, que eran propensos a errores e inseguros. Las pruebas revelaron que el tiempo necesario para identificar daños en la red y brindar soporte a los clientes se redujo de 30 minutos a una hora a menos de 5 minutos con el nuevo sistema.

El sistema de acceso seguro, con inicio de sesión y funciones basadas en permisos, ha evitado acciones no autorizadas en los equipos OLT. Las contraseñas están protegidas mediante cifrado bcrypt, y las conexiones a la OLT se realizan a través de SSH, garantizando la protección de la información transmitida.

La instalación del sistema en un entorno real, con conexión a todas las OLTs Huawei y capacitación de los técnicos internos, ha demostrado ser intuitiva y eficiente. Esto ha reducido significativamente el tiempo de mantenimiento, mejorado la identificación de daños y facilitado el soporte a clientes mediante la automatización de comandos. La aprobación del sistema por parte de los 12 técnicos involucrados confirma su efectividad y la consecución de los objetivos establecidos.

La satisfacción del cliente ha mejorado con la introducción del sistema web de gestión, que ha mejorado la estabilidad y la continuidad del servicio de internet. La experiencia de usuario ha mejorado como resultado de la reducción del tiempo de inactividad y la capacidad de resolver problemas de manera más rápida y eficiente. Este desarrollo no solo mejora la reputación de Simantec como proveedor de servicios de primer nivel, sino que también ayuda a mantener a los clientes y ayudar a la empresa a crecer a largo plazo.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda crear un programa de capacitación continua para el personal técnico de la empresa que se centre en el uso avanzado del sistema de gestión y monitoreo. Este programa debe incluir sesiones sobre resolución de problemas complejos, interpretación de datos de rendimiento de la red y nuevas funcionalidades del sistema. La capacitación adecuada asegurará que los técnicos estén preparados para manejar situaciones inesperadas y utilizar eficientemente las herramientas proporcionadas por el sistema, lo que redundará en una mejor calidad del servicio y una mayor satisfacción del cliente.

Mantener el sistema web actualizado es fundamental para incluir mejoras de seguridad y nuevas funcionalidades. Se recomienda la implementación de una rutina de actualizaciones que incluya pruebas de compatibilidad y seguridad antes de cada despliegue. Las actualizaciones deben centrarse en mejorar el rendimiento, mejorar la interfaz de usuario y agregar nuevas capacidades de monitoreo y gestión. Este método proactivo ayudará a prevenir vulnerabilidades de seguridad y a mantener la relevancia tecnológica del sistema frente a los avances del sector.

Para el análisis detallado del rendimiento de la red y los equipos, se recomienda la implementación de un módulo adicional. Este módulo debe permitir la generación de tendencias y reportes históricos, lo que facilitará la identificación de patrones y puntos de falla recurrentes. La optimización del uso de recursos, la estabilidad y la eficiencia del servicio y la mejora de la infraestructura serán posibles mediante el análisis continuo de estos datos.

Se sugiere ampliar las funcionalidades de gestión de usuarios del sistema debido a la importancia de la seguridad y la gestión eficiente. Esto incluye agregar roles y permisos personalizados que permiten a cada usuario controlar minuciosamente lo que puede hacer. Se recomienda también la implementación de un sistema de auditoría que registre todas las actividades realizadas en el sistema, ya que esto es fundamental para garantizar la trazabilidad y la seguridad de la información.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A., Sousa, F., & y Melo, Y. (n.d.). Diseño de redes de distribución óptica utilizando PSO. *IEEE Communications Letters*, 27, 239-242. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/LCOMM.2022.3218530> .
- Corral, F. V., Cuenca, C., & Soto, I. (2021). <https://ieeexplore.ieee.org/document/9465287>
- Delezoide, C., Christodouloupoulos, K., & Kretsis, A. (2019). Operación sin márgenes de redes ópticas. *Revista de tecnología Lightwave*, 37, 1698-1705. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/JLT.2018.2881840> .
- Derevianko, L., Tokar, L., & Krasnozheniuk, Y. (2019). nfoque al control algorítmico de nodos de redes ópticas en tareas de monitoreo. <https://doi.org/https://doi.org/10.30837/pt.2019.1.08> .
- Du, C., Dutta, S., & Kurup, S. (2020). Una revisión de la monitorización de la infraestructura ferroviaria mediante sensores de fibra óptica. *Sciencedirect*, 303. <https://doi.org/111728>. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2019.111728>
- He, R., Chen, G., Dong, C., Sun, S., & Shen, X. (2019). Tecnología de gemelos digitales basada en datos para un control optimizado en sistemas de procesos. 95, 221-234. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isatra.2019.05.011> .
- Lord, A., Savory, S. J., Tornatore, M., & Mitra. (2022). Tecnologías flexibles para aumentar la capacidad de la red óptica. 110, 1714-1724. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/JPROC.2022.3188337> .
- Lord, A., Savory, S. J., Tornatore, M., & Mitra, A. (2022). Flexible Technologies to Increase Optical Network Capacity. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2022.3188337>.

- Lu, H., Zhang, Y., Li, Y., & Jiang. (2021). User-Oriented Virtual Mobile Network Resource Management for Vehicle Communications. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22, 3521-3532.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1109/TITS.2020.2991766>
- Miyanabe, K., Rodrigues, T. G., Lee, Y., Nishiyama, H., & Kato, N. (2019). An Internet of Things Traffic-Based Power Saving Scheme in Cloud-Radio Access Network. *IEEE Internet of Things Journal*, 6, 3087-3096.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2878884> .
- Suzuki, T., Koyasako, Y., Nishimoto, K., & Kota, A. (2021). demostración de la abstracción IEEE PON para el acceso de banda ancha habilitado por SDN (SEBA). *Journal of Lightwave Technology* ,, 39, 6434-6442.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1109/jlt.2021.3104298> .
- Wang, B., Li, M., Shu, F., & Li, F. (2019). Bayesian-Based Industrial Internet Service Abnormal Detection Algorithm. 1 - 4.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3386415.3386957> .
- Wongwirat, O., Chotipant, S., & Hongtong, T. (2023). Desarrollo de un sistema de visualización de topología WLAN. 73-78.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ICOIN56518.2023.10048958>

## ANEXOS

### **Anexo 1. Visualización de una OLT (Optical Line Terminal) Huawei**



Nota: Este es el equipo OLT al que nuestro sistema se conecta para que el personal técnico pueda obtener información de los clientes de manera fácil e intuitiva. Dado que el equipo no cuenta con una interfaz gráfica, se maneja exclusivamente mediante comandos.

### **Anexo 2. ONU (Optical Network Unit) instalada en el domicilio del cliente**



Nota: Este equipo se instala en el domicilio el cliente, el cual permite visualizar el estado del servicio de internet.

### Anexo 3. Comandos para la administración de equipos.

- Comandos para ver tarjetas activas en la OLT

```
OLT-Ascazubi(config)#display board 0
```

SlotID	BoardName	Status	SubType0	SubType1	Online/Offline
0	H807GPBD	Normal			
1	H807GPBD	Normal			
2	H801MCUD	Standby_normal	CPCA		
3	H801MCUD	Active_normal	CPCA		
4	H801MPWD	Normal			
5					

```
OLT-Ascazubi(config)#
```

Nota: Este es el proceso antiguo que se realizaba para visualizar el estado de las tarjetas (activas o inactivas) y validar cuántas tarjetas tiene la OLT.

- Comandos para visualizar los Puertos Activos en la OLT

```
OLT-Ascazubi>display board 0/0
```

Board Name		Board Status	
: H807GPBD		: Normal	

Power Status	Power-off cause	Power-off Time
POWER-ON	-	-

Port	Port type	min-distance (km)	max-distance (km)	Optical-module status
0	GPON	0	20	Online
1	GPON	0	20	Online
2	GPON	0	20	Online
3	GPON	0	20	Online
4	GPON	0	20	Online
5	GPON	0	20	Online
6	GPON	0	20	Online
7	GPON	0	20	Online

- Comandos para la visualización de todos los clientes según el puerto seleccionado

```
OLT-Guayllabamba(config)#display ont info 0 1 3 all
```

F/S/P	ONT ID	SN	Control flag	Run state	Config state	Match state	Protect side
0/ 1/3	0	4857544393908892	active	online	failed	match	no
0/ 1/3	1	4857544368FA8EA7	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	2	48575443AF1915A4	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	3	48575443A205E54E	active	online	failed	match	no
0/ 1/3	4	4857544304EA5D92	active	online	failed	match	no
0/ 1/3	5	485754432F3B5F9A	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	6	485754432F70C49A	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	7	48575443BD470390	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	8	4857544304CDE11E	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	9	48575443E4215A97	active	offline	initial	initial	no
0/ 1/3	10	485754438520CBA5	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	11	485754433782CD92	active	online	failed	match	no
0/ 1/3	12	4857544335FA4490	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	13	48575443001E959B	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	14	485754432F18424A	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	15	4857544303E08892	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	16	48575443A48F9DA3	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	17	485754437AB7BB9B	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	18	485754435D21A843	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	19	485754437A396767	active	online	failed	match	no
0/ 1/3	20	485754438AEF959A	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	21	48575443A496FEA3	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	22	48575443A49AF0A3	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	23	48575443A5AF33A3	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	24	485754430A38109D	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	25	48575443817E7BA5	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	26	4857544383FDEEAA	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	27	4857544348F81192	active	online	failed	match	no
0/ 1/3	28	48575443875FF5AA	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	29	485754438CA8EF9B	active	online	failed	match	no
0/ 1/3	30	485754437883958B	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	31	48575443F256458B	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	33	485754434FE7F99B	active	online	normal	match	no
0/ 1/3	34	4857544387000138	active	online	normal	match	no

- Comandos para la visualización de la información consultada de un cliente en un determinado puerto.

```
OLT-Guayllabamba(config)#display ont info 0 1 3 47
```

```

F/S/P           : 0/1/3
ONT-ID          : 47
Control flag    : active
Run state       : online
Config state    : failed
Match state     : match
DBA type        : SR
ONT distance(m) : 3968
ONT battery state : not support
Memory occupation : 35%
CPU occupation   : 1%
Temperature     : 50(C)
Authentic type  : SN-auth
SN              : 48575443BCE30443 (HWIC-BCE30443)
Management mode : OMCI
Software work mode : normal
Isolation state : normal
ONT IP 0 address/mask : -
Description     : LOPEZ-SARABIA-MARCO-19.48
Last down cause : reset
Last up time    : 2023-11-30 14:09:28-05:00
Last down time  : 2023-11-30 14:08:47-05:00
Last dying gap time : 2023-11-30 09:56:31-05:00
ONT online duration : 1 day(s), 0 hour(s), 54 minute(s), 8 second(s)
Type C support   : Not support
Interoperability-mode : ITU-T

```

- **Comandos para la búsqueda de un Cliente en la OLT por Número de Serie**

```
OLT-Guayllabamba#display ont info by-sn 48575443BCE30443
```

```
-----
F/S/P           : 0/1/3
ONT-ID          : 47
Control flag    : active
Run state       : online
Config state    : failed
Match state     : match
DBA type        : SR
ONT distance(m) : 3968
ONT battery state : not support
Memory occupation : 35%
CPU occupation  : 1%
Temperature     : 50(C)
Authentic type  : SN-auth
SN              : 48575443BCE30443 (HWTC-BCE30443)
Management mode : OMCI
Software work mode : normal
Isolation state : normal
ONT IP 0 address/mask : -
Description     : LOPEZ-SARABIA-MARCO-19.48
Last down cause : reset
Last up time    : 2023-11-30 14:09:28-05:00
Last down time  : 2023-11-30 14:08:47-05:00
```

```
OLT-Guayllabamba#
```





INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Tecnológica Israel

Trabajo del estudiante

4%

2

repositorio.uisrael.edu.ec

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias < 1%