

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN



**“Propuesta de mejora del sistema de gestión de la red
inalámbrica WiFi del CTI-ESPOL”**

**Trabajo de Investigación
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en
Gestión de Tecnologías de la Información

Autor:

Ing. Valeriano Cantos, Irving Alexander

Director:

MBA. Valderrama Herrera, Roberto Marcel

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023

Propuesta de mejora del sistema de gestión de la red inalámbrica WiFi del CTI-ESPOL

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%
INDICE DE SIMILITUD

13%
FUENTES DE INTERNET

1%
PUBLICACIONES

5%
TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor(es)”

Dedicatoria

Este trabajo es dedicado a mis queridos padres Diocles Valeriano y María Cantos, gracias por ser mi apoyo incondicional a lo largo de mi vida, su dedicación y amor han sido mi mayor inspiración. A mi querida hermana Antonella Valeriano, tus risas y conversaciones han llenado mi mundo de alegría. A mis amigos, son como una familia elegida, compartiendo risas y lágrimas. Cada uno ha dejado una huella imborrable ya para ellos también esté dedicado este trabajo dedico mi gratitud eterna y mi cariño más sincero. Juntos, hemos creado un hermoso capítulo en mi vida.

Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, hermana y amigos por todo lo que han significado en mi vida. Su presencia y apoyo incondicional han sido el faro que ha iluminado mi camino en los momentos más oscuros y en las alegrías más intensas.

A mis padres, son los pilares de mi existencia. Vuestro amor, sacrificio y guía me han moldeado en quien soy hoy. Cada sacrificio que hicieron por mí no pasa desapercibido y valoro infinitamente vuestro apoyo inquebrantable.

A mis amigos, son un regalo precioso en mi vida. Su amistad ha llenado mi vida de risas, aventuras y momentos inolvidables. Saber que puedo contar con vosotros en cualquier situación es un consuelo invaluable.

En cada paso de mi vida, habéis estado allí para celebrar mis triunfos y apoyarme en las derrotas. Vuestra presencia ha hecho que cada día sea más significativo.

Así que, desde lo más profundo de mi corazón, gracias por ser parte de mi vida, por las risas compartidas y los abrazos reconfortantes. Valoraré siempre su amistad.

Índice

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Capítulo I: Antecedentes del Estudio.....	11
1.1. Título del Tema	11
1.2. Planteamiento del Problema	11
1.3. Objetivos de la Investigación	12
1.3.1. Objetivo General	12
1.3.2. Objetivos Específicos.....	12
1.4. Metodología.....	13
1.5. Justificación	13
1.6. Definiciones.....	15
1.7. Alcance y Limitaciones	21
Capítulo 2: Marco Teórico	23
2.1. Conceptualización de los tópicos clave	23
2.1.1. Red de área local inalámbrica WLAN	23
2.1.2. Topología de redes inalámbricas	27
2.1.3. Estándar IEEE para redes WLAN 802.11	29
2.1.4. Beneficios del estándar IEE 802.11	30
2.1.5. Administración de Redes Inalámbricas	33
2.2. Importancia de los tópicos clave	36
2.2.1. Gestión de redes inalámbricas.....	36
2.2.2. Estrategias de gestión eficiente de redes WLAN en edificios de investigación.....	37
2.3. Análisis comparativo de referencias	38
2.4. Análisis crítico de referencias	40
Capítulo 3: Marco Referencial	42

3.1.	Reseña histórica.....	42
3.1.1.	Centros de investigación en Ecuador	42
3.1.2.	Centro de investigación seleccionado.....	44
3.2.	Filosofía organizacional.....	45
3.3.	Diseño organizacional	47
3.4.	Productos y/o servicios.....	49
3.4.1.	Centros de Investigación en el Ecuador	49
3.4.2.	Centro de investigación seleccionado.....	49
3.5.	Diagnóstico organizacional.....	51
Capítulo 4: Resultados		54
4.1.	Diagnóstico.....	54
4.1.1.	Análisis de Obsolescencia	56
4.1.2.	Recopilación y análisis de datos	59
4.2.	Diseño de la Mejora.....	73
4.3.	Mecanismos de Control.....	75
4.4.	Simulación de la cobertura	77
Capítulo 5: Sugerencias		78
5.1.	Conclusiones.....	78
5.2.	Recomendaciones.....	79
5.3.	Bibliografía	81
5.4.	Anexos	88
5.4.1.	Anexo 1: Cisco Aironet 1252.....	88
5.4.2.	Anexo 2: Cisco AIR 1852.....	89
5.4.3.	Anexo 3: Cisco Catalyst 9115.....	90
5.4.4.	Anexo 4: PDCA o Plan, Do, Check, Act para la actualización del sistema de gestión de la red inalámbrica WiFi del CTI-ESPOL	91

Resumen

El presente proyecto tuvo como objetivo principal mejorar la red inalámbrica del edificio CTI ESPOL mediante la sustitución de los puntos de acceso (AP) CISCO 1252 por los más avanzados AP CISCO 9115. Esta iniciativa busca optimizar la conectividad y el rendimiento de la red inalámbrica, garantizando una experiencia fluida y eficiente para todos los usuarios dentro del edificio.

La red inalámbrica del edificio CTI ESPOL es esencial para el desarrollo de actividades académicas y administrativas, así como para el acceso a servicios en línea, lo que incluye investigaciones, educación en línea, transferencia de datos y comunicaciones. Sin embargo, en la actualidad, se han observado deficiencias en el rendimiento y la cobertura de la red debido a la tecnología obsoleta de los AP CISCO 1252.

La propuesta de reemplazo de los AP CISCO 1252 por los AP CISCO 9115 se basó en las siguientes ventajas y características:

- **Tecnología de última generación:** Los AP CISCO 9115 cuentan con tecnología Wi-Fi avanzada, lo que permitirá un aumento significativo en la velocidad de transmisión de datos y una mayor capacidad de usuarios conectados simultáneamente.
- **Mayor cobertura y estabilidad:** Los AP CISCO 9115 están diseñados para proporcionar una cobertura más amplia y estable, reduciendo las áreas sin señal y los puntos muertos dentro del edificio.

En conclusión, el reemplazo de los AP CISCO 1252 por los AP CISCO 9115 representaría un paso significativo hacia una red inalámbrica más robusta, segura y escalable, lo que respaldará el crecimiento y desarrollo tecnológico del edificio CTI ESPOL.

Abstract

The main objective of this project was to improve the wireless network of the CTI ESPOL building by replacing the CISCO 1252 access points (AP) with the more advanced CISCO 9115 APs. This initiative seeks to optimize the connectivity and performance of the wireless network, ensuring a smooth and efficient experience for all users within the building.

The wireless network of the CTI ESPOL building is essential for the development of academic and administrative activities, as well as for access to online services, including research, online education, data transfer and communications. However, currently, deficiencies in network performance and coverage have been observed due to the outdated technology of CISCO 1252 APs.

The proposal to replace CISCO 1252 APs with CISCO 9115 APs was based on the following advantages and features:

- **Latest generation technology:** The CISCO 9115 APs have advanced Wi-Fi technology, which will allow a significant increase in data transmission speed and a greater capacity of simultaneously connected users.
- **Increased coverage and stability:** CISCO 9115 APs are designed to provide wider and more stable coverage, reducing no-signal areas and dead spots within the building.

In conclusion, the replacement of the CISCO 1252 APs with the CISCO 9115 APs would represent a significant step towards a more robust, secure and scalable wireless network, which will support the growth and technological development of the CTI ESPOL building.

Introducción

En el mundo actual, la conectividad inalámbrica se ha vuelto un pilar fundamental en el ámbito académico y empresarial, brindando una amplia gama de oportunidades para el acceso a información y servicios en línea. En este contexto, el edificio CTI (Centro de Tecnologías de Información) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) representa un espacio estratégico donde convergen actividades académicas, investigativas y administrativas, lo que hace imperativo contar con una red inalámbrica eficiente y robusta que responda a las necesidades de una comunidad tecnológica en constante crecimiento.

El presente proyecto de titulación tiene como propósito central proponer una mejora significativa en la red inalámbrica del edificio CTI ESPOL. Dicha mejora se fundamenta en el reemplazo de los actuales puntos de acceso CISCO 1252 por los más avanzados y versátiles AP CISCO 9115. Con esta iniciativa, se busca optimizar la infraestructura de conectividad inalámbrica, garantizando un entorno tecnológico más competitivo y adaptado a las demandas de la era digital.

La red inalámbrica desempeña un papel crucial en el entorno académico y administrativo del edificio CTI ESPOL. A través de esta red, estudiantes, docentes, investigadores y personal administrativo acceden a recursos educativos, realizan investigaciones, comparten información y se mantienen comunicados con sus pares y la comunidad en general. Sin embargo, el creciente número de dispositivos conectados, la demanda de mayores velocidades de transmisión de datos y la evolución tecnológica de los servicios en línea han generado desafíos significativos en la red existente.

Los actuales AP CISCO 1252, si bien han sido una base sólida para la conectividad inalámbrica en el edificio, han mostrado limitaciones en cuanto a velocidad, cobertura y seguridad, lo que afecta la experiencia del usuario y la eficiencia de las actividades que se realizan a diario. Por lo tanto, la propuesta de reemplazar estos puntos de acceso por los AP CISCO 9115 se justifica en la necesidad de elevar el rendimiento y la capacidad de la red inalámbrica, ofreciendo así una solución acorde a las exigencias actuales y futuras.

La presente propuesta se enfoca en destacar las ventajas y características superiores de los AP CISCO 9115, cuya tecnología de última generación proporciona una mayor velocidad de transmisión de datos, una cobertura más amplia y estable, así como una gestión centralizada que facilita la administración y el monitoreo de la red. Además, se prioriza la mejora en la seguridad de la red para salvaguardar la integridad de la información y proteger a los usuarios de posibles vulnerabilidades.

La implementación exitosa de esta propuesta se traducirá en una red inalámbrica más eficiente, confiable y segura para el edificio CTI ESPOL. Así, se potenciará la calidad de la educación, la investigación y la gestión institucional, fortaleciendo el compromiso de la ESPOL con la excelencia tecnológica y el desarrollo integral de su comunidad académica.

En el desarrollo del presente trabajo, se analizarán en detalle las características técnicas de los AP CISCO 9115 y su compatibilidad con la infraestructura actual, así como los aspectos económicos y logísticos involucrados en su implementación. Asimismo, se evaluará el impacto positivo que esta mejora tendrá en la experiencia de usuario y en la competitividad tecnológica del edificio CTI ESPOL.

Capítulo I: Antecedentes del Estudio

Como primer capítulo se exponen las etapas preliminares del trabajo de investigación y cuáles son las aristas del problema que se pretende resolver en base a la propuesta de mejora planteada.

1.1. Título del Tema

Propuesta de mejora del sistema de gestión de la red inalámbrica WiFi del CTI-ESPOL.

1.2. Planteamiento del Problema

El CTI o Centro de Tecnologías de la Información es un centro de investigación que pertenece a la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y que tiene como objetivo los procesos de investigación orientados a las áreas de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), además este centro fue creado con el propósito de absorción adaptación, innovación y desarrollo de este tipo de tecnologías en el sector educativo.

Con esto mencionado, dentro del CTI se ha evidenciado un serio problema con respecto a la conectividad WiFi y en específico con los dispositivos APs, los cuales proporcionan conectividad a todo el edificio. El CTI cuenta con 8 dispositivos, los cuales cubren un área de 2300 m², en donde se han reportado constantes problemas de desconexiones, falta de acceso a internet y en general molestias en el uso de la tecnología WiFi para los diferentes departamentos y tareas que se realizan dentro del edificio, es decir, se ha creado un malestar general en todos los departamentos, ya que al ser un centro de investigación se requiere un buen nivel de conectividad para las diversas actividades que se realizan.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejora para el sistema de gestión de la red WiFi del edificio del CTI-ESPOL.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de los dispositivos APs para determinar su rendimiento y nivel actual de obsolescencia.
- Definir la topología de red actual que cuenta el CTI para definir pautas de mejora con respecto a ubicación y ampliación de cantidad de APs.
- Analizar en base a la propuesta de mejora la ampliación del alcance de la red WiFi dentro del edificio del CTI.
- Proponer un plan de mejora para el sistema de gestión de la red WiFi del edificio del CTI que implique un análisis de rendimiento y nivel de obsolescencia de los equipos actualmente instalados.
- Realizar una simulación de la cobertura de los APs en base a lo definido en la propuesta de mejora del sistema de gestión de la red WiFi.

1.4. Metodología

Como primer paso se realizará un relevamiento de información que permite estudiar apropiadamente el estado actual del nivel de obsolescencia de los APs, configuraciones y rangos de cobertura que poseen actualmente, con lo cual se podrá definir un sistema de gestión AS-IS de la red inalámbrica del edificio CTI-ESPOL. Entendiendo este primer paso se hará uso de métodos de recolección y análisis de datos.

Como siguiente paso se define el análisis estadístico de la información con la finalidad de determinar de forma precisa el rendimiento y cobertura de los equipos APs, es decir, se determinará cuales equipos presentan fallos de conexiones y cuáles son las zonas WiFi que requieren una mayor cobertura.

Como paso final, se realizará una evaluación de los datos obtenidos en los pasos previos para determinar un esquema y propuesta de mejora en la gestión y administración integral de la conectividad WiFi en el edificio del CTI-ESPOL, en donde se determinará a nivel de mantenimiento, reemplazo, obsolescencia y cobertura cuales son las recomendaciones para efectivizar la administración de la red WiFi que posee el edificio.

1.5. Justificación

Según se indica en (Orbe Olmedo & Pancho Males, 2006) la conectividad WiFi para las empresas es vital, ya que en general, esto permite generar nuevos negocios, nuevos descubrimientos o también lograr objetivos internos que se hayan definido.

Además, también se menciona en (Tian et al., 2020) que el hecho de contar con una buena conectividad WiFi en un edificio de investigación es una característica para considerar en base a los siguientes parámetros:

- **Comunicación y colaboración:** En un entorno de investigación, es fundamental que los investigadores y el personal puedan comunicarse y colaborar de manera efectiva. La conectividad WiFi confiable permite la comunicación instantánea a través de correo electrónico, mensajería instantánea, videoconferencias y herramientas de colaboración en línea. Esto facilita la coordinación de proyectos, intercambio de ideas, discusiones y la resolución de problemas de forma más eficiente.
- **Acceso a recursos en línea:** La investigación a menudo requiere acceso a una amplia variedad de recursos en línea, como bases de datos académicas, revistas científicas, bibliotecas digitales y repositorios de datos. Una conexión WiFi estable y de alta velocidad permite a los investigadores acceder rápidamente a estos recursos, lo que agiliza el proceso de investigación y mejora la productividad.
- **Recopilación de datos y experimentos en tiempo real:** Muchos proyectos de investigación implican la recopilación de datos en tiempo real o la realización de experimentos conectados a dispositivos o sensores. Una red WiFi sólida garantiza que los datos se puedan transferir de manera rápida y confiable, lo que es esencial para la precisión y la integridad de los resultados de la investigación.
- **Movilidad y flexibilidad:** Los investigadores a menudo necesitan moverse dentro del edificio de investigación mientras realizan experimentos, toman notas o colaboran con otros colegas. Una red WiFi de calidad les brinda la libertad de acceder a recursos en línea y colaborar desde cualquier ubicación dentro del edificio, sin depender de conexiones por cable. Esto aumenta la eficiencia y facilita el flujo de trabajo.

- **Conectividad de dispositivos y equipos:** En un entorno de investigación, es común que los investigadores utilicen una variedad de dispositivos, como computadoras portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes y equipos especializados. Una red WiFi robusta y bien configurada permite la conexión y el uso simultáneo de múltiples dispositivos, asegurando que los investigadores puedan trabajar sin problemas y acceder a los recursos necesarios.

Por consiguiente, en base a lo expuesto, una buena conectividad WiFi en un edificio de investigación como el CTI-ESPOL mejorará la comunicación, facilitará el acceso a recursos en línea, agilizará la recopilación de datos, promoverá la colaboración y ofrecerá flexibilidad a los colaboradores. Estos aspectos son fundamentales para impulsar la productividad, la innovación y los avances tecnológicos en las diferentes áreas de conocimiento que maneja el CTI.

1.6. Definiciones

A continuación, se colocarán las definiciones de los términos y conceptos más importantes y que tienen un nivel de significancia alto para el correcto desarrollo del presente trabajo de investigación.

Estándar IEEE 802.11

El estándar IEEE 802.11, también conocido como WiFi, según se indica en (Orbe Olmedo & Pancho Males, 2006) es un conjunto de especificaciones desarrollado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés) para redes de área local inalámbricas (WLAN, por sus siglas en inglés). Este estándar establece los protocolos y las normas de comunicación que permiten la transmisión de datos inalámbrica a través del espectro de radiofrecuencia.

El estándar IEEE 802.11 define varias versiones y enmiendas, cada una con características y mejoras específicas. Las versiones más comunes incluyen 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac y 802.11ax (también conocido como WiFi 6). Cada versión utiliza diferentes técnicas de modulación, frecuencias y ancho de banda para lograr velocidades de transmisión de datos y alcance inalámbrico específicos (Orbe Olmedo & Pancho Males, 2006).

El estándar IEEE 802.11 se basa en el concepto de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, por sus siglas en inglés) y acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, por sus siglas en inglés). Utiliza el protocolo de control de acceso al medio (MAC, por sus siglas en inglés) para coordinar la transmisión de datos entre los dispositivos inalámbricos en una red WLAN (Páez & Cueva, 2019). Esto se logra mediante el uso de tramas de datos, que contienen información de control y paquetes de datos transmitidos a través de la capa física.

Según lo definido por (Hinojosa, 2019) el estándar IEEE 802.11 también define los diferentes modos de operación, como el modo de infraestructura y el modo ad hoc. En el modo de infraestructura, los dispositivos inalámbricos se conectan a través de un punto de acceso central, que actúa como un punto de coordinación y conexión con una red cableada. En el modo ad hoc, los dispositivos pueden establecer una conexión directa entre sí sin la necesidad de un punto de acceso central.

Innovación

La innovación, de acuerdo con lo definido en el trabajo de (Mella, 2018), es un proceso mediante el cual se generan y se aplican nuevas ideas, conceptos, productos, servicios o prácticas que resultan en mejoras significativas, cambios positivos o soluciones creativas. Es la capacidad de introducir algo nuevo o mejorar lo existente de manera disruptiva, creando valor tanto para los individuos como para las

organizaciones. La innovación, según indica la publicación de (Sydle, 2022) puede manifestarse en diferentes formas, como:

- **Innovación tecnológica:** Se refiere a la creación y aplicación de nuevos conocimientos, técnicas, herramientas o procesos tecnológicos que mejoran la eficiencia, la productividad o la calidad de los productos y servicios. Esto puede incluir avances en áreas como la informática, la electrónica, la biotecnología, la energía, entre otros.
- **Innovación de productos y servicios:** Implica el desarrollo de nuevos productos o servicios, o la mejora y reconfiguración de los existentes, para satisfacer las necesidades y deseos cambiantes de los clientes. Esto puede incluir la introducción de características novedosas, la optimización de funcionalidades o la creación de soluciones innovadoras.
- **Innovación de procesos:** Se refiere a la mejora o reinención de los procesos internos de una organización para lograr una mayor eficiencia, reducir costos, acelerar los tiempos de entrega o mejorar la calidad de los productos y servicios. Esto implica examinar y modificar los métodos de trabajo, la cadena de suministro, la logística, la gestión de recursos, entre otros aspectos.
- **Innovación de modelos de negocio:** Consiste en la creación de nuevos enfoques para la organización y la generación de valor. Esto puede implicar cambios en la forma en que una empresa se estructura, interactúa con los clientes, genera ingresos, colabora con socios o utiliza los recursos disponibles. La innovación en modelos de negocio puede conducir a disrupciones en industrias establecidas o a la creación de nuevos mercados.
- **Innovación social:** Se centra en abordar y resolver problemas sociales, ambientales o comunitarios mediante enfoques creativos y nuevos paradigmas.

Esto puede incluir el desarrollo de soluciones sostenibles, la promoción de la inclusión social, el fomento de la educación y el acceso a servicios básicos, entre otros aspectos.

Puntos de Acceso AP

Un punto de acceso, también conocido como AP por sus siglas en inglés (Access Point), es un dispositivo de red utilizado en redes inalámbricas para permitir la conexión y el acceso de dispositivos inalámbricos, como computadoras portátiles, teléfonos móviles o tabletas, a una red cableada o a Internet (CISCO, 2022).

Un punto de acceso actúa como un puente entre la red inalámbrica y la red cableada, transmitiendo los datos entre ambos medios. Funciona como un concentrador central que coordina la comunicación inalámbrica y proporciona conectividad a los dispositivos inalámbricos dentro de su rango de cobertura.

Los puntos de acceso operan en el estándar IEEE 802.11 (también conocido como WiFi), que establece las especificaciones técnicas para las redes WLAN. Estos dispositivos están equipados con antenas para emitir y recibir señales de radio, y utilizan el protocolo de control de acceso al medio (MAC) para coordinar el acceso de los dispositivos inalámbricos a la red (Hinostroza, 2019).

Los puntos de acceso permiten la configuración de parámetros de red, como el nombre de la red (SSID), el modo de seguridad y la asignación de direcciones IP. Además, pueden ofrecer funciones adicionales, como la autenticación de usuarios, la gestión de la calidad de servicio (QoS), el filtrado de direcciones MAC y la segregación de redes virtuales (VLAN) (CISCO, 2022).

Topología de red

Las topologías de red se refieren a la estructura física o lógica mediante la cual los dispositivos de una red se interconectan entre sí para permitir la comunicación y el

intercambio de información. Estas topologías definen la forma en que los nodos (dispositivos) están dispuestos y conectados en una red, estableciendo la forma en que se transmiten los datos y se gestionan las comunicaciones (UNIR, 2022). Existen varias topologías de red comunes, cada una con sus características y ventajas particulares:

- **Topología de bus:** En esta topología, todos los dispositivos se conectan a un único cable de transmisión compartido, conocido como bus. Los datos se transmiten a través del bus y cada dispositivo recibe y procesa los datos destinados a él (UNIR, 2022). La ventaja de esta topología es su simplicidad y bajo costo, pero la falla de un dispositivo o del cable principal puede afectar la comunicación de toda la red.
- **Topología de anillo:** En esta topología, los dispositivos se conectan en forma de un anillo cerrado, donde cada dispositivo está conectado directamente a sus vecinos más cercanos. Los datos se transmiten en una dirección única alrededor del anillo. La ventaja de esta topología es que permite una comunicación rápida y eficiente, pero si un dispositivo o un enlace falla, puede afectar la comunicación en toda la red (UNIR, 2022).
- **Topología de estrella:** En esta topología, todos los dispositivos se conectan a un punto central, como un conmutador o un concentrador. Todos los datos se transmiten a través del punto central, que actúa como un punto de control y gestión de la comunicación. Si un dispositivo falla, solo se ve afectada su conexión individual, sin interrumpir la comunicación en toda la red (Liberatori, 2018). Esta topología es común en las redes modernas debido a su escalabilidad y facilidad de administración.

- **Topología de malla:** En esta topología, todos los dispositivos están interconectados entre sí, formando una red completa de conexiones punto a punto. Esto permite una alta redundancia y confiabilidad, ya que si un enlace o dispositivo falla, los datos pueden encontrar rutas alternativas para llegar a su destino. Sin embargo, la topología de malla puede requerir un mayor número de cables y una configuración más compleja.
- **Topología en árbol:** Esta topología se asemeja a una estructura de árbol, donde hay un nodo raíz que se conecta a múltiples nodos secundarios, y estos a su vez se conectan a otros nodos (Liberatori, 2018). Es una combinación de la topología de estrella y la topología de bus. La ventaja de esta topología es que permite una fácil expansión y la capacidad de segmentar la red en diferentes subredes.
- **Topología mixta o híbrida:** Esta topología combina diferentes topologías en una red, aprovechando las ventajas de cada una. Por ejemplo, se puede utilizar una topología de estrella en una oficina principal y una topología de bus en sucursales remotas.

Rendimiento de red

El rendimiento de red, según se indica en el trabajo de (Medina Rojas & Rivas Montalvo, 2020), se refiere a la medida de la eficiencia y el nivel de desempeño de una red de comunicaciones. Se utiliza para evaluar y cuantificar la capacidad de una red para transmitir datos de manera efectiva, en términos de velocidad, latencia, capacidad y confiabilidad. Existen varios aspectos clave que se consideran al medir el rendimiento de red:

- **Velocidad de transferencia de datos:** Es la cantidad de datos que pueden transmitirse a través de la red en un período de tiempo determinado, generalmente medida en bits por segundo (bps). Una alta velocidad de transferencia implica una mayor capacidad para enviar y recibir datos rápidamente.
- **Latencia:** Se refiere al tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde su origen hasta su destino en la red. Una baja latencia es deseable, ya que indica que los datos se entregan rápidamente y la comunicación es fluida. La latencia puede afectar la calidad de la voz y el video en tiempo real, así como el rendimiento de aplicaciones sensibles al retardo.
- **Jitter:** Es la variación en la latencia de la red, es decir, las fluctuaciones en el tiempo de entrega de los paquetes de datos. Un alto jitter puede provocar problemas de calidad en las aplicaciones de tiempo real, como llamadas VoIP o videoconferencias, ya que causa irregularidades en la reproducción continua de audio o video.

1.7. Alcance y Limitaciones

El presente trabajo de investigación se orienta a determinar las mejores opciones de gestión de la red inalámbrica WiFi a través de un análisis del estado actual de los APs y la conectividad que estos poseen en el edificio del CTI-ESPOL. Dentro de este edificio se tienen 5 equipos de investigación o áreas de conocimiento sobre las cuales se realizan diferentes trabajos que dependen directa o indirectamente de la calidad de la conexión WiFi que se tenga.

En esta línea de ideas, es importante mencionar que la investigación tiene como alcance asegurar con un plan de mejora la conexión hacia la red inalámbrica y que de

ser necesario se realice una ampliación efectiva de la cobertura de esta tecnología, sin embargo, dentro de las principales limitaciones que se evidencian para la investigación están la calidad de la información que se tiene sobre la red desplegada y el acceso hacia los equipos, así como también las variaciones presupuestarias en las que se tenga que incurrir para colocar la propuesta de mejora en marcha.

Capítulo 2: Marco Teórico

En el presente trabajo de investigación se tiene como objetivo principal crear un plan de mejora para la gestión de la red WiFi en el edificio de investigación del CTI-ESPOL, por lo cual, siguiendo esta línea de ideas a continuación se describirán los elementos que son considerados necesarios en un contexto teórico para que la investigación se desarrolle conforme lo esperado.

2.1. Conceptualización de los tópicos clave

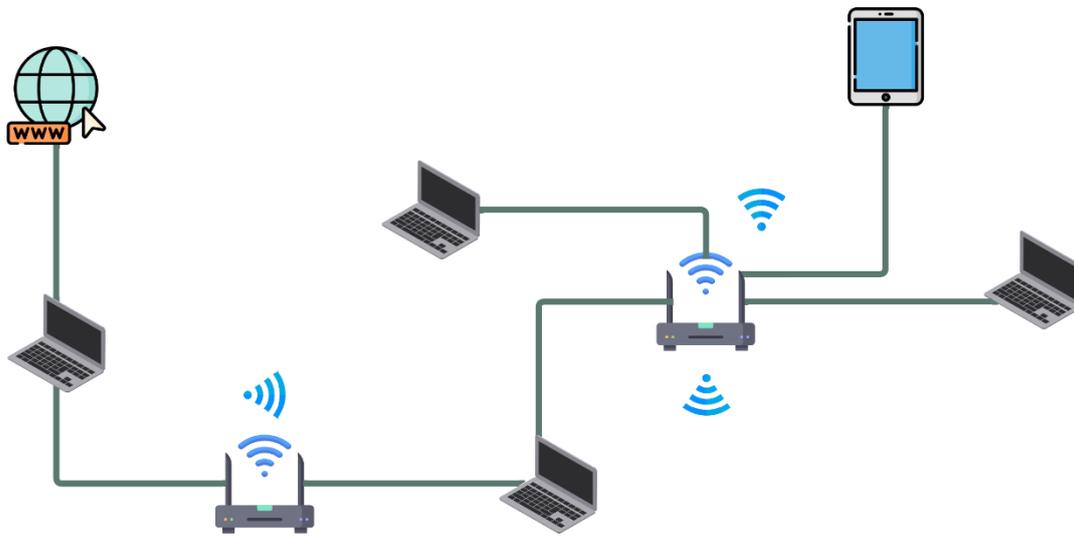
En primera instancia dentro del desarrollo del marco teórico se deben conceptualizar los tópicos claves del proceso de investigación, es decir, realizar una definición apropiada de los términos y/o conceptos considerados claves para la elaboración del presente trabajo de investigación.

2.1.1.Red de área local inalámbrica WLAN

De acuerdo con lo definido por (Anguis Horno, 2008), las redes de área local inalámbricas (WLAN) se han vuelto cada vez más populares en los últimos años, proporcionando una forma conveniente y eficiente para que las personas y las organizaciones se conecten a Internet. Las WLAN ofrecen una variedad de beneficios, que incluyen movilidad, flexibilidad y escalabilidad, pero también tienen algunos inconvenientes, como problemas de seguridad, interferencia y limitaciones de alcance. En esta descripción, se explorarán los componentes y la arquitectura de las WLAN, las ventajas y desventajas de usar este tipo de red y las aplicaciones y el futuro de las WLAN en varias industrias.

Figura 1

Ejemplo de conectividad en una red inalámbrica



Nota. Figura elaborada por el autor.

Las redes de área local inalámbricas, o WLAN, son un tipo de red informática que utiliza conexiones inalámbricas de datos entre dispositivos dentro de un área limitada, como un edificio o un campus. Las WLAN son similares a otros tipos de redes, como las redes de área local (LAN) y las redes de área amplia (WAN), pero difieren en que utilizan ondas de radio para transmitir datos en lugar de cables físicos. Los componentes de una WLAN incluyen puntos de acceso, que actúan como el concentrador central para que los dispositivos inalámbricos se conecten a la red, y las tarjetas de red inalámbrica, que se instalan en los dispositivos que se conectan a la red. La arquitectura de las WLAN puede ser centralizada o distribuida, con redes centralizadas que tienen un único punto de acceso que controla todo el tráfico de la red y redes distribuidas que tienen múltiples puntos de acceso que trabajan juntos para administrar el tráfico de la red. (Zarco Villca, 2015).

Además de la seguridad, otro factor importante a manera de ventaja de las WLAN es la movilidad según indica el trabajo de (González Paz et al., 2016). Esta característica

permite que los usuarios pueden conectarse a la red desde cualquier lugar dentro del área de cobertura de la red. Las WLAN también ofrecen flexibilidad, ya que se pueden expandir o reconfigurar fácilmente para satisfacer necesidades cambiantes. Además, las WLAN son escalables, lo que significa que pueden admitir una gran cantidad de usuarios y dispositivos. Sin embargo, también hay algunas desventajas en el uso de WLAN. Las preocupaciones de seguridad son un problema importante, ya que las redes inalámbricas son más vulnerables a la piratería y al acceso no autorizado que las redes cableadas. La interferencia de otros dispositivos inalámbricos y las limitaciones de alcance también pueden afectar el rendimiento de las WLAN. Para mitigar estos problemas, se pueden utilizar estrategias como el cifrado, los cortafuegos y los amplificadores de señal.

Las aplicaciones y el futuro de las WLAN tienen una amplia gama de aplicaciones en diversas industrias, incluidas la atención médica, la educación y el transporte. En el cuidado de la salud, las WLAN se utilizan para el monitoreo de pacientes y la comunicación entre el personal médico. En educación, las WLAN se utilizan para el aprendizaje en línea y la colaboración entre estudiantes y profesores (Zarco Villca, 2015). En el transporte, las WLAN se utilizan para el seguimiento en tiempo real de vehículos y carga. El futuro de las WLAN es prometedor, con tecnologías emergentes como 5G e Internet de las cosas (IoT) listas para revolucionar la forma en que se usan las redes inalámbricas. Las redes 5G proporcionarán velocidades más rápidas y una latencia más baja, lo que permitirá nuevas aplicaciones, como vehículos autónomos y realidad virtual. El IoT conectará una amplia red de dispositivos y sensores, creando nuevas oportunidades para la recopilación y el análisis de datos.

Redes WLAN y el aumento de dispositivos

Las redes de área local inalámbricas (WLAN) se han convertido en un aspecto crucial de la vida cotidiana. Estas permiten estar conectados y acceder a Internet en cualquier lugar. Sin embargo, con el creciente número de dispositivos conectados, han aumentado los problemas de seguridad. Las redes WLAN sin las medidas de seguridad adecuadas son vulnerables a la piratería informática y al acceso no autorizado. Por eso es crucial que los administradores de red apliquen protocolos de seguridad sólidos, como el cifrado WPA2, el filtrado de direcciones MAC y la desactivación de la difusión SSID (González Paz et al., 2016).

Aparte de la seguridad, la cobertura de la red es otro aspecto importante a tener en cuenta. En edificios grandes o de varias plantas, las redes WLAN pueden tener problemas de zonas muertas o de intensidad de señal deficiente. Esto puede solucionarse instalando puntos de acceso adicionales o repetidores para ampliar la zona de cobertura. Las redes malladas también han surgido como una solución viable para la cobertura WLAN en grandes áreas.

Redes WLAN en Empresas

Para las empresas según se indica en el trabajo de (Cifuentes Rodríguez, 2017), las WLAN se han convertido en una herramienta vital para seguir siendo competitivas. Permiten a los empleados trabajar a distancia, colaborar sin problemas y acceder a datos y aplicaciones desde cualquier lugar. Sin embargo, para aprovechar plenamente las ventajas de las WLAN, las empresas deben asegurarse de que sus redes están optimizadas en cuanto a rendimiento y fiabilidad. Esto puede lograrse mediante el uso de protocolos de calidad de servicio (QoS), que priorizan el tráfico de red y garantizan que las aplicaciones de misión crítica reciban el ancho de banda necesario.

En general, las WLAN han transformado la forma de acceder a la información y compartirla. Ha permitido ser más móviles y productivos. Sin embargo, las WLAN también plantean riesgos de seguridad y problemas de cobertura. Los administradores de red deben tomar las medidas adecuadas para proteger sus redes y garantizar una cobertura fiable (Cifuentes Rodríguez, 2017). Dado que la tecnología WLAN sigue evolucionando, es importante mantenerse al día de las últimas tendencias y las mejores prácticas para optimizar el rendimiento y la seguridad de la red.

2.1.2. Topología de redes inalámbricas

Las topologías de redes inalámbricas son la estructura física y lógica de cómo se conectan los dispositivos en una red inalámbrica. En la actualidad se constituye como la topología de red más utilizada entre todas las tecnologías de red y esto se debe a que posee múltiples beneficios y a su facilidad de instalación.

Muchos usuarios optan por este tipo de red frente a una red cableada que generalmente suele ser más costosa, motivo por el cual, las redes inalámbricas y las topologías asociadas a este tipo de red se han desarrollado a la par y hasta un poco más que las topologías de red alámbricas.

Ventajas y desventajas de las topologías de red inalámbrica

Las topologías de redes inalámbricas presentan numerosas ventajas y desventajas que deben ser consideradas antes de decidir cuál es la mejor opción para una determinada situación.

Entre las ventajas más notables según se indica en (Soto, 2020), se encuentra la flexibilidad que ofrecen estas redes, ya que permiten la conexión de dispositivos desde cualquier lugar sin necesidad de cables. Además, las redes inalámbricas son más fáciles de configurar que las alámbricas, lo que puede ahorrar tiempo y recursos a la hora de implementar una red.

Por otro lado, también existen desventajas que deben ser consideradas. Uno de los principales inconvenientes de las redes inalámbricas es su vulnerabilidad a los ataques cibernéticos, especialmente si no se toman medidas de seguridad adecuadas. Además, las redes inalámbricas pueden tener problemas de interferencia, lo que puede afectar la calidad de la señal y la velocidad de la conexión (Soto, 2020). La revisión realizada al trabajo de (Michelena Yépez, 2016) también permite definir otro aspecto relevante, el cual es la cobertura de red, en este sentido, aunque las redes inalámbricas ofrecen mayor flexibilidad, también es cierto que su alcance es limitado, especialmente en lugares con paredes gruesas o en áreas con muchos obstáculos.

En general, la elección de una topología de red inalámbrica dependerá de las necesidades específicas de cada situación. Es importante evaluar cuidadosamente las ventajas y desventajas de cada opción antes de tomar una decisión. En cualquier caso, una red bien diseñada y configurada puede ofrecer una solución eficiente y segura para conectar dispositivos y usuarios en cualquier lugar.

Redes inalámbricas: seguridad y rendimiento

Además de la topología de red inalámbrica, es importante tener en cuenta la seguridad y el rendimiento de la red.

La seguridad de una red inalámbrica es especialmente importante, ya que los datos se transmiten a través del aire y pueden ser interceptados por terceros malintencionados. Por lo tanto, es crucial utilizar contraseñas seguras y encriptación de datos para proteger la información.

Por otra parte, es importante considerar el rendimiento de la red, en esta línea de ideas se puede indicar que una red inalámbrica puede ser más lenta que una red cableada, especialmente si hay muchos dispositivos conectados a la vez. Para

mejorar el rendimiento, se pueden utilizar repetidores de señal o puntos de acceso adicionales para ampliar la cobertura de la red. También es importante tener en cuenta la calidad del equipo utilizado, ya que equipos de baja calidad pueden afectar negativamente el rendimiento de la red.

En cuanto a la inclusividad, es importante tener en cuenta las necesidades de todos los usuarios de la red. Por ejemplo, si hay personas con discapacidades visuales o auditivas, se pueden utilizar herramientas de accesibilidad para mejorar su experiencia. También es importante tener en cuenta la privacidad de los usuarios de la red, asegurándose de que no se recojan datos innecesarios y de que se respete su privacidad en todo momento.

En conclusión, una red inalámbrica puede ser una excelente opción para conectar dispositivos, siempre y cuando se tenga en cuenta su seguridad y rendimiento. Además, es importante ser inclusivo y respetar la privacidad de los usuarios de la red. Con la topología adecuada, la seguridad y la atención adecuadas al rendimiento y las necesidades de los usuarios, se puede crear una red inalámbrica efectiva y confiable.

2.1.3. Estándar IEEE para redes WLAN 802.11

La tecnología inalámbrica se ha convertido en un aspecto fundamental de nuestra vida cotidiana. La comodidad y flexibilidad de poder conectarse a Internet y comunicarse con los demás sin necesidad de cables o cordones ha transformado nuestra forma de trabajar y vivir. La norma IEEE 802.11 ha desempeñado un papel importante en esta transformación, permitiendo el desarrollo de redes de área local inalámbricas (WLAN) que se han hecho indispensables para muchas empresas y organizaciones.

Sin embargo, como ocurre con cualquier tecnología, existen riesgos potenciales asociados a las WLAN. Las organizaciones deben estar atentas a la seguridad de sus redes para evitar accesos no autorizados y proteger los datos confidenciales. Esto

puede lograrse mediante la implantación de contraseñas seguras, cifrado y otras medidas de seguridad.

A pesar de estos retos, las ventajas de las redes WLAN son innegables. Proporcionan un nivel de flexibilidad y movilidad que antes era inimaginable, permitiendo a los empleados trabajar desde cualquier lugar de la oficina o incluso a distancia. Esto ha revolucionado nuestra forma de trabajar, facilitando la colaboración y el intercambio de información.

Además, la norma IEEE 802.11 ha demostrado su versatilidad al utilizarse en otras aplicaciones como la comunicación entre vehículos y las redes de sensores inalámbricos. Esto pone de relieve la importancia de la norma en la comunicación moderna.

De cara al futuro, está claro que la tecnología inalámbrica seguirá desempeñando un papel esencial en nuestras vidas. A medida que la tecnología siga evolucionando, es probable que la norma IEEE 802.11 desempeñe un papel fundamental en la configuración del futuro de la comunicación inalámbrica. Las empresas y organizaciones tendrán que estar al tanto de estos avances para asegurarse de que pueden aprovechar los últimos avances de la tecnología inalámbrica para seguir siendo competitivas e innovadoras.

2.1.4. Beneficios del estándar IEE 802.11

Como ya se ha mencionado previamente, en el mundo moderno de hoy, la conectividad inalámbrica se ha convertido en un aspecto esencial de nuestra vida diaria. Con el auge de los teléfonos inteligentes, las computadoras portátiles y otros dispositivos inteligentes, se ha vuelto crucial contar con una conexión inalámbrica confiable y estable. En este contexto, se ha desarrollado el estándar IEEE 802.11 para definir la comunicación para redes de área local inalámbricas (WLAN).

El estándar IEEE 802.11 es un conjunto de estándares que define la comunicación para redes LAN inalámbricas. Los estándares son creados y mantenidos por el Comité de Estándares LAN/MAN del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) (IEEE 802) (Rouse, 2017). Es parte del conjunto IEEE 802 de estándares técnicos de red de área local (LAN) y especifica el conjunto de control de acceso a medios (MAC) y físico (Shen et al., 2020). Este estándar se ha actualizado continuamente para mejorar la experiencia de conectividad inalámbrica de los usuarios.

La implementación del estándar IEEE 802.11 tiene varios beneficios. La tecnología WLAN 802.11ac permite mejorar la conectividad inalámbrica a distancia. Las pruebas han demostrado que un dispositivo 802.11n puede conectarse a la red 802.11ac y alcanzar velocidades similares a las de la red 802.11n (Liao et al., 2013). El estándar IEEE 802.11 incorpora las características estables y ampliamente aceptadas de 802.11b con mayores tasas de transferencia de datos similares a 802.11a (Mohamed et al., 2022). Además, 802.11a incluía soporte de 5 GHz y técnicas de codificación de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), aumentando la velocidad a 54 Mbps. El estándar 802.11g incorporó compatibilidad con versiones anteriores de 802.11b, lo que lo convierte en una solución ideal para actualizar las redes 802.11b existentes (van Oorschot, 2021).

El estándar IEEE 802.11 tiene varias aplicaciones del mundo real. El estándar para redes de área local inalámbricas (WLAN), también conocido como WiFi, es una tecnología madura con más de 15 años de desarrollo [6]. Hoy en día, los teléfonos inteligentes, las tabletas y las computadoras portátiles utilizan tecnología inalámbrica para conectarse a Internet. El estándar IEEE 802.11 para redes de área local inalámbricas (WLAN) ha permitido el desarrollo de redes inalámbricas que son confiables y seguras (Pahlavan & Krishnamurthy, 2021). El estándar también define

un marco arquitectónico para Internet de las cosas (IoT). Este marco incluye descripciones de varios dominios de IoT, definiciones de IoT (IEEE, 2022c).

Si bien la implementación del estándar IEEE 802.11 tiene numerosos beneficios, también existen varios desafíos asociados con él. Uno de esos desafíos es el problema de la entrega de tramas de datos. La entrega repetidamente fallida de tramas de datos y las retransmisiones reducen el rendimiento de la red, lo que puede empeorar en caso de interferencia (Forenbacher et al., 2021). Otro desafío es la vulnerabilidad de WLAN a los ataques. Se han estudiado varias vulnerabilidades y ataques a WLAN y se han propuesto soluciones (Punchihewa et al., 2007). Además, el futuro estándar IEEE 802.11 tiene como objetivo modificar el legado de IEEE 802.11 manteniendo la compatibilidad con los dispositivos IEEE 802.11 principales mientras operan en la banda de 60 GHz (Baños-Gonzalez et al., 2016). Por lo tanto, abordar estos desafíos es esencial para garantizar la implementación eficiente del estándar IEEE 802.11.

El Comité de Estándares IEEE 802 mira continuamente hacia el futuro para mejorar la tecnología Wi-Fi y Ethernet. Uno de esos desarrollos futuros es el estándar 802.11be, cuyo objetivo es ofrecer un mayor rendimiento, una latencia más baja y una mejor eficiencia energética (Khorov et al., 2020). Otra tendencia es la similitud entre Wi-Fi 6 y las mejoras emergentes del estándar celular 5G (IEEE, 2022a). Además, los avances en múltiples tecnologías, como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el IoT, tendrán un impacto significativo en la conectividad en el futuro (IEEE, 2022b). Estos desarrollos y tendencias en el estándar IEEE 802.11 demuestran la importancia del avance continuo de la tecnología de conectividad inalámbrica.

En base a todo lo mencionado en esta subsección se puede mencionar que el estándar IEEE 802.11 ha revolucionado la conectividad inalámbrica, permitiendo

conexiones confiables y seguras. La implementación de este estándar tiene varios beneficios, que incluyen conectividad inalámbrica mejorada, compatibilidad con versiones anteriores y un marco arquitectónico definido para IoT. Sin embargo, también enfrenta desafíos como la entrega de marcos de datos y la vulnerabilidad a los ataques. Los futuros desarrollos y tendencias, como el estándar 802.11be y los avances en IA y aprendizaje automático, seguirán mejorando significativamente la conectividad inalámbrica. Por lo tanto, es esencial avanzar continuamente en el estándar IEEE 802.11 para garantizar una conectividad inalámbrica eficiente y confiable.

2.1.5. Administración de Redes Inalámbricas

La gestión eficaz de la red inalámbrica es fundamental para garantizar la disponibilidad y la fiabilidad de la red. Las herramientas de aseguramiento de la red permiten a los administradores de red monitorear y solucionar problemas de todo el tráfico WLAN, brindando una vista integral de la red y permitiendo una resolución rápida de cualquier problema (Bellalta, 2016). Comprender los conceptos básicos de monitoreo de red, como el modelo de siete capas OSI y los tipos de dispositivos comunes, también es esencial para una administración de red efectiva (Sullivan et al., 2021). Además, el uso de protocolos de gestión de red, como SNMP, puede proporcionar información valiosa sobre el rendimiento de la red y la calidad del servicio (CITEL, 2010). Al implementar prácticas efectivas de administración de redes, las organizaciones pueden garantizar que sus redes inalámbricas estén siempre disponibles y sean confiables, lo que minimiza el tiempo de inactividad y maximiza la productividad.

Maximizar el rendimiento y la eficiencia de la red es otro aspecto importante de la gestión de redes inalámbricas. La optimización de la red implica maximizar el rendimiento de la red al tiempo que minimiza los costos y garantiza la escalabilidad

(Liang et al., 2021). El modelo de desempeño para redes 802.11ac considera tanto la eficiencia como la confiabilidad, siendo la eficiencia de la red inalámbrica un factor clave en la optimización de la red (Herrera, 2018). El monitoreo proactivo de aplicaciones críticas y la resolución de problemas también pueden ayudar a identificar y resolver problemas de rendimiento antes de que afecten el rendimiento de la red (Rodríguez Ortega, 2017). Al optimizar el rendimiento y la eficiencia de la red, las organizaciones pueden asegurarse de que sus redes inalámbricas funcionen al máximo rendimiento, maximizando la productividad y minimizando los costos.

Garantizar la seguridad y el cumplimiento de la red también es fundamental para una gestión eficaz de la red inalámbrica. La seguridad de la red implica proteger los datos, las aplicaciones, los dispositivos y los sistemas conectados a la red del acceso no autorizado y otras amenazas a la seguridad (IBM, 2016). La implementación de medidas de seguridad como firewalls, sistemas de detección de intrusos y controles de acceso puede ayudar a prevenir violaciones de seguridad y garantizar el cumplimiento de las regulaciones de la industria (Núñez García, 2022). Las prácticas de gestión de cambios de seguridad y monitoreo de red también pueden ayudar a detectar y prevenir amenazas de seguridad en tiempo real (CISCO, 2015). Al priorizar la seguridad y el cumplimiento de la red, las organizaciones pueden proteger sus datos valiosos y mantener la confianza de sus clientes.

Componentes clave de la gestión de redes inalámbricas

La gestión de redes inalámbricas implica varios componentes clave que son esenciales para garantizar el buen funcionamiento de una red. Uno de los componentes críticos de la administración de redes inalámbricas es el monitoreo y análisis de redes. El monitoreo de red proporciona información en tiempo real a los administradores de red, permitiéndoles determinar si una red está funcionando

correctamente (Singh & Shanker, 2023a). Las herramientas de análisis de red, como Observer de Network Instruments, brindan a los administradores de red la capacidad de analizar el tráfico de red e identificar posibles problemas (Junco Romero & Rabelo Padua, 2018). Además, las soluciones de monitoreo de red como Zabbix y OpManager permiten a los administradores monitorear diferentes tipos de dispositivos y conexiones inalámbricas, como puntos de acceso y enrutadores inalámbricos (Arciniega Barahona, 2016).

La gestión de la configuración y el rendimiento es otro componente fundamental de la gestión de redes inalámbricas. La gestión de la configuración de red implica organizar y mantener información sobre todos los componentes de una red (Singh & Shanker, 2023b). La gestión del rendimiento ayuda a los administradores de red a alcanzar los objetivos comerciales y mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la red. Los sistemas de control de acceso basados en roles también se pueden usar para administrar el rendimiento y la capacidad de la red (Apple, 2023).

La gestión de la seguridad y el cumplimiento es esencial para proteger los recursos de la red y garantizar el cumplimiento de las normativas. La gestión de la seguridad de la red permite a los administradores gestionar cortafuegos físicos y virtuales desde una ubicación centralizada (Salazar, 2016). Además, la gestión de red implica la implementación de medidas de seguridad, la implementación y actualización de software en toda la empresa y la gestión de servidores y sistemas operativos. Las soluciones basadas en la nube como Sophos Wireless brindan una plataforma completa para la protección y administración de redes inalámbricas (Tafur Bardales & Chavez Montero, 2018). Al incorporar estos componentes clave en la gestión de redes inalámbricas, las organizaciones pueden garantizar el buen funcionamiento de sus redes y proteger sus recursos críticos.

2.2. Importancia de los tópicos clave

Dentro de la importancia de los tópicos clave se busca definir cuáles son las bases teóricas del trabajo de investigación, en este sentido, se define el estado de arte de lo que existe actualmente, con la finalidad de tener una visión objetiva de como otros autores manejan las definiciones de las variables y/o tópicos claves definidos.

2.2.1. Gestión de redes inalámbricas

La demanda de conectividad inalámbrica en los edificios de investigación ha aumentado rápidamente en los últimos años, lo que hace que la gestión eficiente de las redes inalámbricas sea crucial. Se espera que la automatización de edificios, que incluye sistemas de iluminación y aire acondicionado, tenga la segunda participación más grande del mercado de conectividad inalámbrica en 2020 (Ruiz Vargas, 2015). En las instalaciones de investigación, la conectividad inalámbrica es esencial para administrar varios sistemas y equipos, incluidos equipos de laboratorio, almacenamiento de datos y dispositivos de comunicación. La creciente demanda de ancho de banda y la necesidad de ofrecer un consumo de energía más eficiente ejercen presión sobre los investigadores y las autoridades para administrar las redes inalámbricas de manera efectiva (Caceres Pauro, 2019). Por lo tanto, la gestión eficiente de las redes inalámbricas es esencial para garantizar que las actividades de investigación no se vean interrumpidas debido a un rendimiento deficiente de la red (CORDIS, 2016).

2.2.2. Estrategias de gestión eficiente de redes WLAN en edificios de investigación

La gestión eficiente de las redes WLAN en los edificios de investigación requiere una supervisión y un mantenimiento adecuados de la red. Esto incluye comprobaciones periódicas de los equipos de red, como enrutadores y puntos de acceso, para garantizar que funcionen correctamente y estén actualizados con el firmware más reciente (González et al., 2021). También es importante monitorear el tráfico de la red e identificar cualquier problema potencial que pueda surgir, como la congestión del ancho de banda o el tiempo de inactividad de la red. Al implementar un enfoque proactivo para el monitoreo y mantenimiento de la red, los equipos de TI pueden garantizar que la red WLAN se mantenga estable y confiable, lo cual es esencial para el buen funcionamiento de las actividades de investigación.

Las medidas y protocolos de seguridad son cruciales para proteger la red WLAN de posibles amenazas cibernéticas. Las redes WLAN son particularmente vulnerables a las brechas de seguridad, y es esencial implementar medidas de seguridad sólidas para evitar el acceso no autorizado y el robo de datos (Microsoft, 2018). Las mejores prácticas para la seguridad de WLAN incluyen la implementación de protocolos de cifrado sólidos, como WPA2, y la actualización regular de contraseñas y controles de acceso (Sandoval & Beltrán, 2019). Además, los equipos de TI deben considerar la implementación de medidas de seguridad, como firewalls y sistemas de detección de intrusos. Al priorizar la seguridad WLAN, los edificios de investigación pueden garantizar que los datos confidenciales y las actividades de investigación estén protegidos contra posibles ataques cibernéticos (Carrasquero & Pérez, 2016).

La optimización del rendimiento de la red y la asignación de ancho de banda es esencial para garantizar que la red WLAN funcione con la máxima eficiencia. Esto

incluye la implementación de protocolos de calidad de servicio (QoS), que priorizan el tráfico de red en función de la importancia de los datos que se transmiten. Además, los equipos de TI deben considerar la implementación de técnicas de equilibrio de carga para distribuir el tráfico de red de manera uniforme en todo el ancho de banda disponible (FS Europa, 2022). Una plataforma de gestión adecuada también puede ofrecer visibilidad y control sobre qué dispositivos se conectan a la red, lo que permite a los equipos de TI identificar y abordar cualquier problema potencial antes de que se convierta en un problema. Al optimizar el rendimiento de la red y la asignación de ancho de banda, los edificios de investigación pueden garantizar que la red WLAN funcione con una eficiencia óptima, lo cual es esencial para el funcionamiento exitoso de las actividades de investigación (García Zapata, 2017).

2.3. Análisis comparativo de referencias

Para realizar el análisis comparativo es importante tomar en cuenta las diferencias entre definiciones de los autores evaluados dentro del marco teórico, esto por lo que el objetivo de dicha comparación es establecer posibles factores relacionales entre las diversas referencias bibliográficas recopiladas en el presente trabajo.

Dentro del análisis comparativo se establecerán las semejanzas y/o diferencias que pueden existir entre las definiciones de cada concepto clave.

Tabla 1.

Análisis comparativo de referencias bibliográficas utilizadas en el trabajo de investigación.

Análisis comparativo de referencias bibliográficas			
Concepto	Autor	Definición	Comparación
<i>Redes WLAN</i> <i>Redes WLAN</i>	Jose Anguís Horno	Para Anguís Horno las redes WLAN son un tipo de comunicación inalámbrica que cubre centenas de metros de cobertura y que	En esencia ambos autores coinciden en que las redes inalámbricas WLAN constituyen una

		generalmente se basan en la familia de tecnologías del estándar IEEE 802.11.	herramienta de banda ancha que tecnológicamente tiene presentaciones positivas para el espectro radioeléctrico, así como también, a nivel de cobertura en base al estándar IEEE sobre el cual se trabaje.
	Brayam Zarco	Para Zarco Villca las redes inalámbricas son redes de banda ancha que trabajan en una banda de frecuencia que se encuentra exenta de regulación, lo que les permite competir comercial y tecnológicamente con otras tecnologías inalámbricas como lo son UMTS y LMDS.	
<i>Estándar 802.11</i> <i>Estándar 802.11</i>	Paul van Oorschot	Para van Oorschot en su libro titulado Wireless LAN Security: 802.11 and Wi-Fi BT, el estándar IEEE 802.11 a mas de ser parte del estándar 802 de redes LAN también lo considera como una serie de especificaciones que han dado cabida a un avance tecnológico en las comunicaciones inalámbricas, considerando una mejora en el sistema de multiplexación por medio del aire con el mismo protocolo de la familia 802.	Para esta definición el autor van Oorschot se orienta más hacia una definición técnica de lo que es el estándar IEEE 802.11 ya que define al estándar en base a sus características de multiplexación y como se propaga la señal en el medio, es decir, como se transmite en el espectro radioeléctrico, mientras que la autora Rouse se orienta mas a un esquema comercial, es decir, como este estándar constituye para lo que se conoce como WiFi en un conglomerado de definiciones para una implementación eficiente y apegada a las normas de esta tecnología inalámbrica.
	Margaret Rouse	Por su parte Margaret Rouse indica que el estándar 802.11 es la definición formal de lo que comercialmente se conoce como WiFi. En esta línea de ideas la autora considera que el estándar es una serie de procedimientos y técnicas que permiten implementar la red WiFi y que de forma comercial implica todo un conjunto de procesos orientados a entregar un servicio WiFi eficiente considerando dicho estándar.	
<i>Topología de redes inalámbricas</i>	Andrea Michelena Yépez	Para Michelena Yépez, las topologías de red parte del concepto de arquitectura de redes inalámbricas, por	Para este caso particular los autores disciernen en el foco de como abordan la

		ende, la topología como tal es un mapa físico o lógico que permite transmitir datos en función de cómo está estructurada la red.	definición de topologías de red ya que Michelena indica que la topología de red va mas por un mapa físico o lógico que se define para realizar la transmisión de información, mientras que Soto aborda el término desde un enfoque de configuración puesto que define a la topología de red como la forma en la que se puede configurar una red inalámbrica para brindar conectividad en función de un requerimiento en específico.
	Sebastián Soto	Para Soto por su parte, aborda el tópico de la topología de red como parte de las ventajas de las redes inalámbricas, ya que, como tal, las redes inalámbricas pueden ser configuradas en diferentes topologías que favorecen diferentes esquemas de conexión y los usos que se le pretende dar, así mismo, la topología de red dependerá de la tecnología inalámbrica que se emplee.	

Nota. Tabla del análisis comparativo de los tópicos relevantes, (Anguis Horno, 2008), (Soto, 2020), (Zarco Villca, 2015), (Michelena Yépez, 2016) y (van Oorschot, 2021).

2.4. Análisis crítico de referencias

En base a lo realizado en la subsección previa del análisis comparativo, el paso siguiente es plantear un análisis crítico de estas referencias con lo cual se podrá definir un nivel de interiorización para cada concepto analizado y junto con eso, definir las razones por las cuales fueron seleccionados para ser contrastados para realizar la propuesta de mejora.

Tabla 2.

Análisis crítico de los conceptos claves del trabajo de investigación.

Análisis crítico de referencias bibliográficas		
Concepto	Análisis	Decisión
<i>Gestión de redes inalámbricas</i>	<p>Los términos de gestión de redes inalámbricas están claramente especificados por Ruiz Vargas y CORDIS, quienes en esencia se basan en la demanda de la conectividad para definir como se debe gestionar las redes inalámbricas en edificios de investigación, esto considerando que este tipo de edificaciones requieren un alto nivel de conectividad ya que su giro de funcionamiento yace en la conexión de diferentes equipos, servidores, laboratorios completos, almacenamiento de información y dispositivos inalámbricos de comunicación que interactúan con las diferentes áreas de trabajo.</p> <p>También es importante puntualizar en como CORDIS abordar el tema de la administración de las redes inalámbricas haciendo énfasis en que requieren un nivel de supervisión tal que permita garantizar niveles adecuados de conexión a todos los dispositivos involucrados.</p>	<p>En base a lo mencionado como análisis, se escoge la definición y comparativo realizado por Ruiz Vargas ya que orienta su entendimiento de la gestión de redes inalámbricas al potencial de este tipo de redes para generar conectividad en los edificios de investigación considerando niveles de automatización en los sistemas de iluminación y aire acondicionado, es decir, al administrar adecuadamente la red inalámbrica del edificio se podrán tener otros beneficios a más de tener buena cobertura y que todos los dispositivos de las diferentes áreas del establecimiento se mantengan con un buen nivel de conexión.</p> <p>También es importante precisar que Ruiz Vargas hace énfasis en como las instalaciones de investigación requiere una conectividad inalámbrica tal que les permita administrar diferentes equipos, sistemas y dispositivos.</p>
<i>Estrategias de gestión eficiente de redes</i>	<p>Con respecto a las estrategias que permite gestionar eficiente las redes los autores González y Carrasquero hacen precisiones interesantes de como conceptos como la seguridad, privacidad, tráfico en la red, ancho de banda, tiempos de inactividad y otros términos son de vital importancia para mantener saludable la red inalámbrica dentro de los edificios, esto considerando que al ser una edificación se deben considerar otras características físicas como el área de cobertura, intensidad de señal e incluso modelo de propagación en interiores para garantizar la cobertura esperada.</p>	<p>En lo que respecta las estrategias de gestión eficiente de redes, en específico, redes inalámbricas, se escoge las definiciones impartidas en el trabajo de Carrasquero ya que en dicho trabajo se centra específicamente en todos los parámetros que deben considerarse para administrar las redes inalámbricas en los edificios de investigación, tales como la seguridad, la conectividad, el alcance y el tráfico dentro del ancho de banda permitido para los enlaces que se generen dentro de dicha red.</p>

Nota. Cuadro de análisis elaborado por el autor.

Capítulo 3: Marco Referencial

En este capítulo se definirán brevemente todas las características de la institución que fue seleccionada para plantear el presente trabajo y propuesta de mejora, con la finalidad de comprender a nivel de organización todos los componentes que conforman al edificio CTI-ESPOL.

3.1. Reseña histórica

3.1.1. Centros de investigación en Ecuador

Los centros de investigación científica en Ecuador han ganado un importante reconocimiento a lo largo de los años, contribuyendo al avance del país en ciencia, tecnología e innovación. En este apartado se tiene como objetivo brindar una descripción general de los centros de investigación científica en Ecuador, sus contribuciones y los desafíos que enfrentan.

Ecuador alberga varios centros de investigación científica que han contribuido significativamente a la conservación de la biodiversidad y el medio ambiente del país. Uno de los centros más destacados es la Estación de Biodiversidad Tiputini, ubicada en la Amazonía ecuatoriana. El centro es responsable de realizar investigaciones sobre la biodiversidad y la conservación del medio ambiente en la región. También ha jugado un papel vital en el descubrimiento de nuevas especies animales y vegetales en la selva amazónica (Shiripuno, 2016). Además, el centro ofrece programas educativos a estudiantes e investigadores de todo el mundo, brindándoles experiencia práctica en el campo de la conservación ambiental. Otro centro de investigación científica en Ecuador es la Estación Científica Charles Darwin, ubicada en las Islas Galápagos. El centro es responsable de realizar investigaciones sobre la flora y fauna

únicas que se encuentran en las islas. Ha jugado un papel fundamental en la conservación de especies en peligro de extinción, como la tortuga gigante y el piquero de patas azules. El centro también ofrece programas educativos para estudiantes e investigadores, brindándoles la oportunidad de estudiar los ecosistemas únicos que se encuentran en las islas (Shiripuno, 2016). El Centro de Investigaciones Tropicales (CTR) es otro destacado centro de investigación científica en el Ecuador. El programa de investigación del centro se destaca por su amplitud y profundidad, incluida la investigación enfocada en especies en peligro de extinción de alto perfil, como el oso andino y el jaguar (UCLA, 2023). El centro también realiza investigaciones sobre los impactos del cambio climático en los ecosistemas tropicales y brinda programas educativos a estudiantes e investigadores.

Los centros de investigación científica en Ecuador han hecho contribuciones significativas al sector de ciencia, tecnología e innovación (CTI) del país. La investigación realizada en estos centros ha ayudado a avanzar en el conocimiento científico en varios campos, incluida la biología, las ciencias ambientales y la medicina. Un estudio se centró en los cambios de CTI con implicaciones para la política exterior de Ecuador. El estudio reveló que el sector de CTI del país ha crecido significativamente en los últimos años, contribuyendo al desarrollo económico y la competitividad del país en el mercado global (Bonilla et al., 2021). Además, el estudio mostró que el gobierno ha implementado políticas para apoyar el desarrollo del sector de CTI, incluida la creación de parques científicos y tecnológicos y el establecimiento de becas de investigación para científicos e investigadores (Bonilla et al., 2021). Otro estudio realizado por Herrera-Franco et al. (2021) analizaron la producción científica de Ecuador. El estudio encontró que las áreas con mayor contribución son 'Ciencias de la Computación' (12,7%), seguidas de 'Ciencias Agrícolas y Biológicas (11,3%) y

'Medicina' (11,2%). Otros campos con contribuciones significativas incluyen la ingeniería, las ciencias ambientales y las ciencias sociales (Herrera-Franco et al., 2021).

A pesar de las contribuciones significativas realizadas por los centros de investigación científica en Ecuador, estos enfrentan varios desafíos. Uno de los desafíos es la financiación inadecuada para la investigación. Muchos centros de investigación dependen de la financiación externa, lo que los hace vulnerables a los recortes presupuestarios y las incertidumbres financieras. Además, la falta de apoyo gubernamental a la investigación ha dificultado el crecimiento del sector de CTI en el país.

3.1.2. Centro de investigación seleccionado

El centro de investigación seleccionado es el CTI-ESPOL o Centro de Tecnologías de la Información de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, fue refundado como un centro de investigación en el año 2007, en donde se realizó una reestructuración de su organización, definiendo así 4 programas de investigación que permitían abarcar diferentes líneas de impacto en las TIC. Estos programas como tal se enfocan en la creación de proyectos reales que mezclan tecnologías emergentes con varias dimensiones humanas de tecnología y participación multidisciplinaria para generar innovación tecnológica constante (ESPOL, 2018).

Figura 2.

Foto archivo del centro de investigación CTI ESPOL.



Nota. Adaptado de CTI-ESPOL, Centro de Tecnologías de Información, por Inventio ESPOL, (ESPOL, 2018)

A continuación, se describen las principales características organizaciones del CTI:

3.2. Filosofía organizacional

En esencia la filosofía de la organización es el compendio de conceptos que expresa la manera en la que se define la misión, la visión, los valores y las estrategias que tiene una compañía con el fin de conseguir un óptimo funcionamiento de su desarrollo como organización.

Misión

La misión del CTI se basa en proveer de manera efectiva herramientas y servicios para mejorar la productividad de las personas mediante el uso de las tecnologías de información y comunicación TIC, así como también liderar los procesos investigativos y de desarrollo de este tipo de tecnologías a través de diferentes alianzas con el Gobierno, universidades, la industria y la comunidad en general a fin de estimular el desarrollo de Guayaquil, el país y la región.

Visión

Como visión se plantea ser el centro de referencia que lidere, inspire y guíe a ESPOL y al Ecuador en las áreas de desarrollo, adaptación e innovación de las tecnologías de información y comunicación, siempre buscando la excelencia.

Áreas de Investigación

El Centro está dividido en 5 grupos de estudio, cada uno de los cuales está dirigido por un docente titulado con un doctorado, que por sus características académicas preside la creación y desarrollo de proyectos, con una alta grado de investigación e innovaciones que mezclan no sólo el desarrollo de nuevas herramientas y métodos de negocios, sino también estimular los procesos y ambientes de estudio. Los grupos de investigación son:

1. Analítica y Tecnologías del Aprendizaje – ATA
2. Computación centrada en el ser humano – CCSH
3. Inteligencia Artificial Industrial – IAI
4. Tecnologías para Ambientes Inteligentes – TAI
5. Tecnologías de Redes Inteligentes - TRI

Objetivos Organizaciones

El CTI es claro en sus objetivos puesto que define que su esencia de trabajo se orienta en la búsqueda de crear, innovar y desarrollar a través de proyectos de investigación tecnológica nuevos ambientes de aprendizaje y soluciones tecnológicas que permitan cubrir eficientemente las necesidades de los estudiantes y los docentes, así como también las necesidades específicas que se tengan en el sector productivo, industrial y en la sociedad en general, todo esto enfocado en las siguientes funciones clave:

- Promover la disposición y/o planificación de las tecnologías de información.
- Trabajar junto a cada unidad académico la planificación de actividades relacionadas a las tecnologías de información.
- Facilitar la incorporación de las tecnologías de información en las aulas de todo el campus y en todos los niveles.
- Promover la creación de oportunidades en lo que respecta al uso e implementación de infraestructura tecnológica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya sean estos presenciales o a distancia.
- Promover y apoyar en los esfuerzos institucionales para construir una mejor organización para manejo de nuevas tecnologías.
- Traer a colación métodos aprendidos o perfeccionados y entrenarse en su uso.

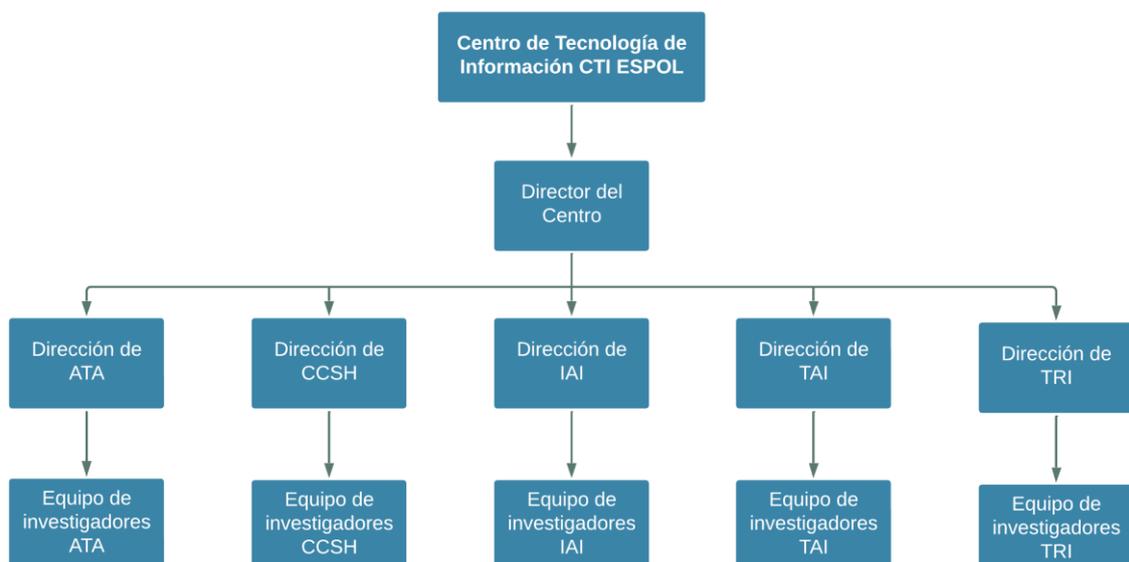
3.3. Diseño organizacional

El diseño organizacional es un aspecto crucial de cualquier negocio exitoso. Implica la alineación deliberada de la estructura, los procesos y los sistemas de una organización para lograr sus metas y objetivos. A continuación, se definirá el concepto de diseño organizacional, los diferentes tipos de diseño organizacional y los factores que lo influyen.

El diseño organizacional se refiere al proceso de configurar la estructura, los sistemas y los procesos de una organización para lograr sus metas y objetivos. Implica determinar cómo se divide y coordina el trabajo, cómo se toman las decisiones y cómo se asignan los recursos. El propósito del diseño organizacional es crear una estructura que apoye la estrategia de la organización y le permita ser más eficiente y eficaz. Los elementos clave del diseño organizacional incluyen la estructura, los procesos, la cultura y las personas de la organización. Hay tres tipos principales de diseño organizacional: funcional, divisional y matricial. El diseño organizacional funcional agrupa a los empleados por su especialidad o función, como marketing, finanzas u operaciones.

Figura 3.

Diseño organizacional del CTI-ESPOL.



Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 3 se detalla cómo está constituido organizacionalmente el CTI-ESPOL, en donde se describe como a través de una dirección se subdividen todas las áreas de conocimiento en las que se trabaja dentro del centro de investigación.

3.4. Productos y/o servicios

3.4.1. Centros de Investigación en el Ecuador

Como ya se mencionó en previamente, los centros de investigación han estado en constante crecimiento en la última década, producto de esto, se han enfocado en diferenciarse en lo que respecta a los productos y/o servicios que ofrecen. En esta línea de ideas se menciona que todos los productos que entregan los centros de investigación en el Ecuador se orientan a tareas de innovación tecnológica, científica o medicinal, en donde resaltan procesos que van apegados a sponsors de dichas investigaciones.

En el país se han ido desarrollando nuevas tecnológicas y nuevos descubrimientos en los sectores científico, medicinal y recientemente en el sector educativo, todos estos impulsados por diversas entidades públicas y privadas, en donde incluso instituciones educativas de nivel secundario y superior han sabido invertir sus esfuerzos y presupuesto en acompañar a docentes e investigadores en propulsar sus propuestas de innovación y despliegue científico.

3.4.2. Centro de investigación seleccionado

El CTI ESPOL cuenta con 5 líneas de investigación, las cuales trabajan arduamente para proveer soluciones respecto a cada una, en función de los objetivos planteados por cada director de departamento.

Adicionalmente, el CTI ESPOL dentro de los servicios que ofrece se encuentran los siguientes:

DataCenter CTI

El CTI de ESPOL cuenta con un Data Center que ofrece servicios informáticos de alojamiento interno a sus laboratorios de investigación y sus proyectos; a la ESPOL

con el PLANOP (Plan Anual Operativo) y, al Consejo de Educación Superior - CES con el Servicio de alojamiento de las Plataformas de Presentación y Aprobación de Proyectos de Carreras y Programas de las Instituciones de Educación Superior del Ecuador y Sistema de Información del Plan de Contingencia. Por ello es importante que su Data Center se mantenga operando sin interrupciones y que sus aires acondicionados estén funcionando correctamente, a fin de que los equipos informáticos no sufran daños por el calor generado.

Voto Electrónico

El servicio de voto electrónico está orientado a procesos de escrutinio de escala pequeña y es el que se ha implementado durante todos los comicios internos de la ESPOL. El servicio de voto electrónico consta de los siguientes pasos:

- Ingreso a la Junta Receptora del Voto Electrónico (JRVe)
- Acceso al sistema de sufragio
- Acceso al sistema automático de voto electrónico SAVE
- Registro del voto
- Uso de urnas físicas
- Cierre de urnas
- Conteo de votos

Retroalimentación Automática de Presentaciones (RAP)

El sistema de retroalimentación automática de presentaciones es un concepto basado en inteligencia artificial, análisis multimodal y sensores de bajo costo, el cual permite al usuario obtener una retroalimentación, recomendaciones y posibles puntos de mejora sobre la disertación sobre la cual se ejecuta RAP. Este sistema resulta una herramienta novedosa que permite a los usuarios mejorar las habilidades de presentación oral.

El sistema trabaja con una cámara, dos proyectores y dos computadoras pequeñas que permiten proyectar una audiencia virtual y graba al usuario durante su presentación. Una vez se termina la presentación, de forma automática el sistema realiza el envío de un resumen de la presentación realizada con consejos y puntos de mejora que podrán de ser ayuda al usuario (Ochoa et al., 2018).

El sistema RAP en su análisis evalúa posturas, miradas, volumen de voz, muletillas y la calidad de la presentación de Power Point. Actualmente este sistema se ha utilizado únicamente en dos aulas de la videoteca de ESPOL.

3.5. Diagnóstico organizacional

El diagnóstico organizacional es un proceso analítico que permite definir el estado actual de la organización en un instante de tiempo en específico, con esto se logra tener claridad de cuáles son los problemas actuales que afronta la organización y cuáles son las oportunidades de mejora que se tienen, es decir, al final del análisis se puede contar con las herramientas necesarias para generar correcciones, ya sean estas a nivel organizacional, en la operativa o en el proceso que lleva la organización. De manera similar, el diagnóstico organizacional permite examinar y determinar puntos de mejora en los procesos, sistemas y métodos trabajados en todos los niveles de la estructura organizacional definida en la Figura 3.

Análisis FODA

El análisis FODA define el acrónimo para Fortalezas, Oportunidades, Debilidad y Amenazas, parámetros que se definen en base al entendimiento de la organización y la evaluación que se realiza de los diferentes factores organizacionales, que, para el caso particular, posee el CTI ESPOL. En base a esto, a continuación, se presenta el análisis FODA correspondiente al centro de investigación que es objeto de estudio:

Tabla 3.

Análisis FODA del CTI ESPOL.

Análisis FODA	
Fortalezas	<p>En base a lo revisado, el CTI ESPOL cuenta con las siguientes fortalezas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Entidad sin fines de lucro enfocada en la creación de valor tecnológico y científico a beneficio de la comunidad y el país en general.• Cuenta con personal altamente calificado y equipamiento a la medida provisto por la ESPOL.• Los trabajos de investigación se realizan con personal docente, profesionales y estudiantes, lo que impulsa la incursión de los alumnos en el campo investigativo.
Oportunidades	<p>En base a lo revisado, el CTI ESPOL cuenta con las siguientes oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Existen varias posibilidades de mejora en los niveles de investigación y en el proceso que se sigue gracias a las nuevas tecnologías de inteligencia artificial, que de usarse apropiadamente pueden repotenciar el grado investigativo de las diferentes áreas de conocimiento sobre las que se trabaja,• Al promocionar adecuadamente sus productos y/o servicios pueden obtener sponsorships de entidades privadas que ayuden al crecimiento en el campo tecnológico y de investigación del CTI.• Las nuevas modalidades de enseñanza pueden ser un punto de partida para que los estudiantes de diferentes niveles académicos dentro de la ESPOL puedan irse incluyendo dentro de las actividades del CTI.
Debilidades	<p>En base a lo revisado, el CTI ESPOL cuenta con las siguientes debilidades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Poca promoción de sus productos y/o servicios en el sector privado, lo que imposibilita que se puedan obtener propuesta de inversión o de trabajo en conjunto para sacar adelante los proyectos en curso.• Falta de intereses por miedo o desconocimiento por parte de los estudiantes para participar activamente dentro de las actividades investigativas de las diferentes áreas de conocimiento en las que trabaja el CTI.• Demora en los procesos de adquisición de equipamiento para ciertos trabajos de investigación, lo que obliga a buscar alternativas más rápidas y de bajo costo.

Amenazas	<p>En base a lo revisado, el CTI ESPOL cuenta con las siguientes amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Al tener procesos de adquisición de equipos y/o infraestructura de investigación demorados, se obliga al equipo investigador a trabajar con soluciones más económicas, las cuales de no tener un cierto nivel de calidad puede repercutir negativamente en los resultados y tiempos esperados de las investigaciones en curso.
-----------------	---

Nota. Cuadro de análisis elaborado por el autor.

Capítulo 4: Resultados

En este penúltimo capítulo se abordarán las definiciones del plan de mejora y el análisis correspondiente que se realizó para cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

4.1. Diagnóstico

Dentro del proceso de análisis para el centro de investigación CTI, se planteó diagnosticar el estado actual de los dispositivos APs CISCO que posee, con la finalidad de parametrizar el rendimiento y el nivel de obsolescencia que presentan. En base a la evidencia recopilada se encontraron los siguientes modelos de APs CISCO:

- 4 APs CISCO AIR-AP1852E-A-K9
- 4 APs CISCO AIR-AP1252AG-A-K9

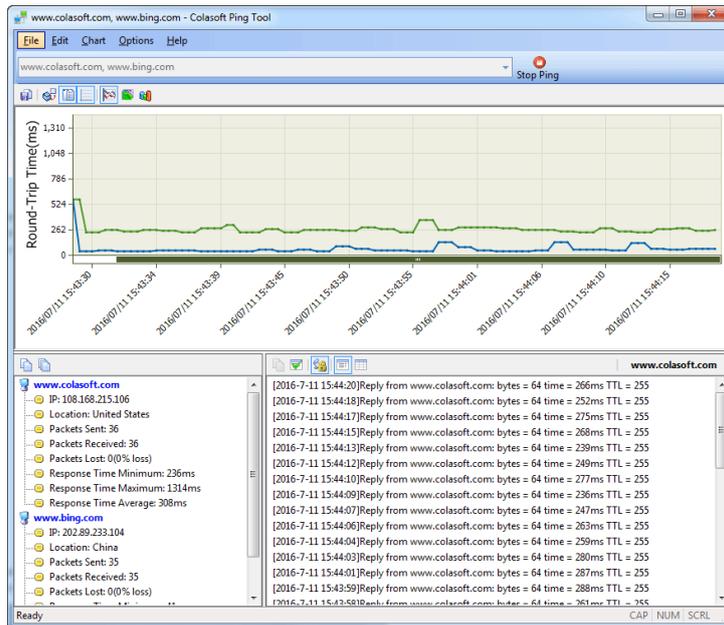
Dentro del esquema actual del CTI ESPOL se encuentran instalados 4 APs 1852 y 4 APs 1252, sobre los cuales se realizará un relevamiento de información mediante la herramienta Colasoft Ping.

Colasoft Ping Tool

La herramienta Colasoft Ping (Cping), a diferencia de otras herramientas de ping, permite realizar ping a múltiples direcciones IP al mismo tiempo y muestra los tiempos de respuesta en un gráfico comparativo tal como se muestra en la Figura 4. Lo destacado de esta herramienta es que los usuarios pueden guardar gráficos históricos en archivos *.bmp y también pueden realizar ping a las direcciones IP de los paquetes capturados en el analizador de red de Colasoft (por ejemplo, Colasoft Capsa Network Analyzer) de manera conveniente, incluyendo las direcciones IP de los recursos y las direcciones IP de destino.

Figura 4.

Ejemplo de captura de tráfico con herramienta Cping.



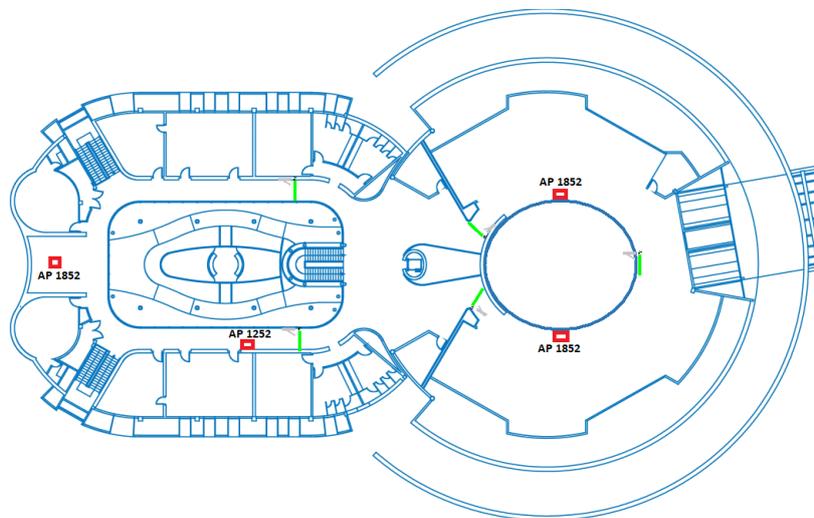
Nota. Adaptado de Colasoft, Colasoft Ping Tool, (Colasoft, 2016)

Localización de dispositivos APs

Tanto en la Figura 5 como en la Figura 6 se muestran las ubicaciones exactas y actuales de los dos tipos de APs CISCO que tiene instalado el CTI en planta alta y planta baja respectivamente.

Figura 5.

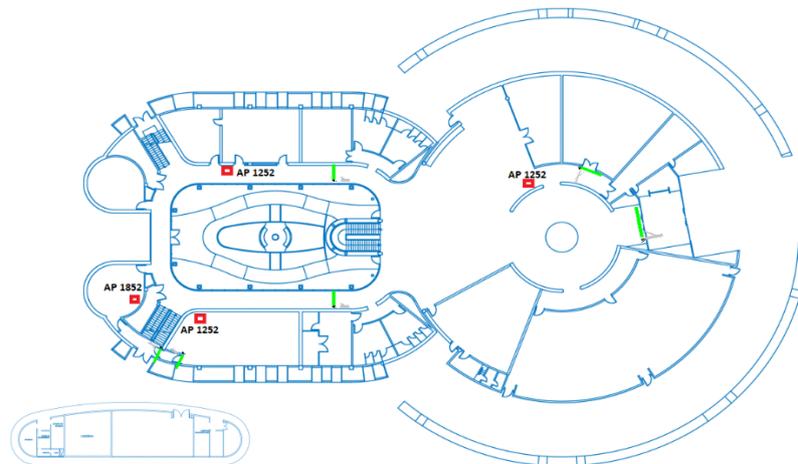
Mapa de ubicación de los APs en el edificio del CTI – Planta Alta.



Nota. Figura elaborada por el autor.

Figura 6.

Mapa de ubicación de los APs en el edificio del CTI – Planta Baja.



Nota. Figura elaborada por el autor.

Es importante mencionar que las ubicaciones actuales corresponden al análisis que al momento de diseñar la red se definieron, en aquellas instancias la utilización de estos equipos obedecía a las características y bondades de estos en ese año (2007-2009) lo cual lleva a la actualidad y al análisis de obsolescencia que se presenta en la siguiente sección.

4.1.1. Análisis de Obsolescencia

A continuación, se definirán una serie de consideraciones para cada uno de los APs instalados en el CTI y en base a la cual se define el presente trabajo de mejora, con el objetivo de realizar una actualización dentro de la mejora que permita disminuir el nivel de obsolescencia detectado.

CISCO AIR AP-1252AG

El Cisco AIR-AP1252AG-A-K9 AP es un punto de acceso inalámbrico que se lanzó en 2007. A medida que la tecnología continúa evolucionando a un ritmo acelerado, es importante evaluar la relevancia de los dispositivos más antiguos en el panorama tecnológico actual.

El AP CISCO AIR-AP1252AG-A-K9 está desactualizado y ya no cumple con los requisitos tecnológicos modernos. En primer lugar, este AP no es compatible con los nuevos protocolos y estándares inalámbricos. Con la aparición de protocolos como 802.11ac y 802.11ax, las organizaciones necesitan puntos de acceso que puedan manejar velocidades de transferencia de datos más altas y admitan múltiples dispositivos simultáneamente. El CISCO AIR-AP1252AG-A-K9 AP se queda corto en este aspecto, lo que limita el rendimiento general de la red.

Además, la capacidad limitada y las velocidades de transferencia de datos más lentas del CISCO AIR-AP1252AG-A-K9 AP son importantes inconvenientes en el entorno acelerado de hoy. La actualización a modelos AP más nuevos puede proporcionar beneficios significativos en términos de rendimiento mejorado y velocidades de transferencia de datos más rápidas.

Por otra parte, también es importante indicar que la incompatibilidad del CISCO AIR-AP1252AG-A-K9 AP con dispositivos y tecnologías más nuevos es una limitación importante. Con el auge de los dispositivos de Internet de las cosas (IoT) y las tecnologías inteligentes, las organizaciones necesitan puntos de acceso que puedan integrarse perfectamente con estos dispositivos, más aún en el centro de investigación CTI ESPOL en donde se trabaja con nuevas tecnologías y dispositivos en las diferentes áreas de conocimiento.

Sin embargo, es importante reconocer que el CISCO AIR-AP1252AG-A-K9 AP aún puede satisfacer las necesidades de ciertas organizaciones. Para organizaciones con requisitos básicos, como uso limitado de Internet y necesidades bajas de transferencia de datos, el AP obsoleto aún puede ser suficiente.

Como punto final, dentro de las indagaciones del proceso de análisis de obsolescencia y de características técnicas se evidenció que el AP1252 trabaja con una Wireless

Controller diferente al del AP1852, por lo cual este es otro parámetro para considerar para la propuesta de mejora.

CISCO AIR AP-1852E

El AP CISCO AIR-AP1852E-A-K9 es una opción popular para las organizaciones que buscan conectividad inalámbrica confiable y de alta velocidad. Con sus características y beneficios avanzados, ofrece una gama de ventajas para los usuarios. Sin embargo, también hay algunos argumentos en contra que deben ser considerados.

Uno de los principales argumentos a favor del CISCO AIR-AP1852E-A -K9 AP es su conectividad inalámbrica confiable y de alta velocidad. Este punto de acceso ofrece velocidades de transferencia de datos rápidas, lo que permite una transmisión y descarga sin problemas. Ya sea para videoconferencias, juegos en línea o transferencias de archivos grandes, el AP1852E-A-K9 garantiza una experiencia fluida e ininterrumpida. Además, el AP brinda una conexión confiable y estable, lo que reduce la probabilidad de caídas de señal o interrupciones. Esto es particularmente importante para el CTI ESPOL considerando las características del espacio de conectividad y el uso que se le da a las conexiones inalámbricas en el ámbito investigativo y de innovación.

Otro argumento a favor del CISCO AIR-AP1852E-A-K9 AP son sus características de seguridad avanzadas. Con encriptación, autenticación y detección de intrusiones integradas, el AP1852E-A-K9 ofrece sólidas medidas de seguridad para proteger contra el acceso no autorizado. Estas funciones garantizan la privacidad y la integridad de los datos, evitando posibles infracciones o fugas de datos. En la era digital actual, donde las ciberamenazas son cada vez más sofisticadas, contar con funciones de seguridad avanzadas es esencial para las organizaciones. El AP1852E-A-K9 brinda

tranquilidad a usuarios y organizaciones, sabiendo que su red inalámbrica está protegida contra posibles amenazas.

La escalabilidad y la flexibilidad también son ventajas importantes del CISCO AIR-AP1852E-A-K9 AP. Este punto de acceso está diseñado para admitir una gran cantidad de usuarios y dispositivos simultáneamente. Puede integrarse fácilmente en las infraestructuras de red existentes y es compatible con varios protocolos de red. Esta escalabilidad y flexibilidad permite que las organizaciones se adapten a las necesidades cambiantes y la expansión futura. Entonces, tomando este punto como referencia, el Wireless Controller que emplea este AP es compatible con los controladores de modelos más actualizados, por lo cual representa una característica de gran peso respecto a las del AP1252AG.

4.1.2. Recopilación y análisis de datos

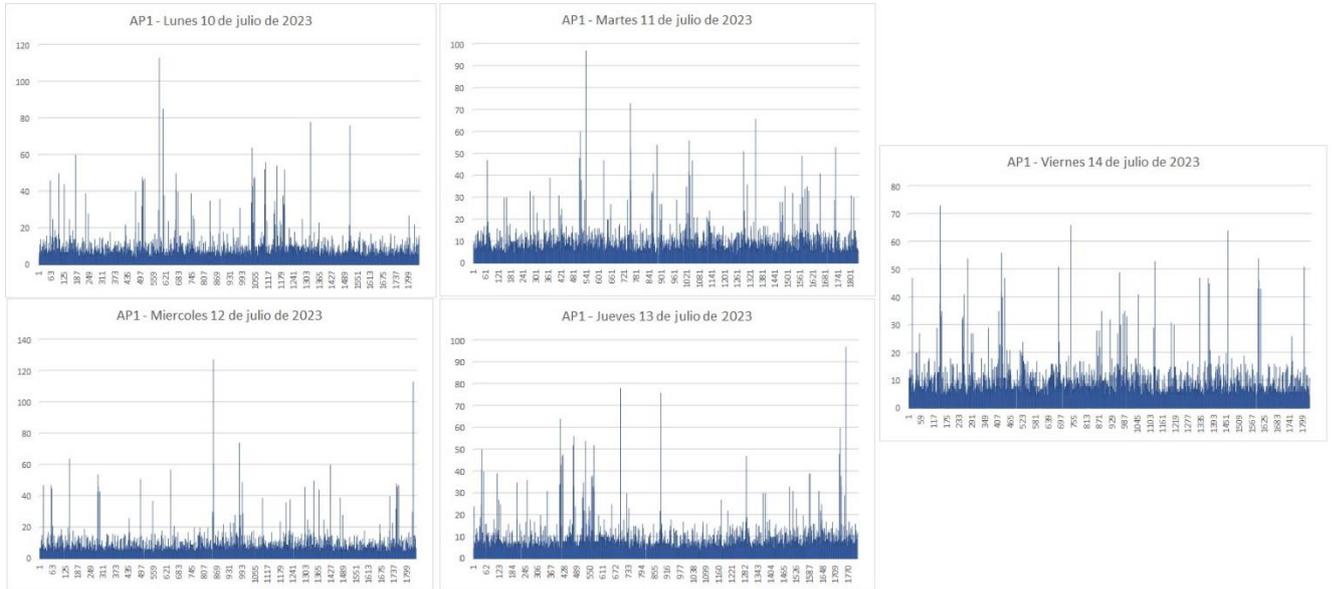
La recopilación de datos se lo realizó a través de la herramienta CPing, misma que arrojó los siguientes resultados.

Access Point 1 – Modelo Cisco 1852

En base a los resultados obtenidos por Cping y tabulados para el análisis, se tienen lo siguiente:

Figura 7

Datos capturados por Cping durante una semana en el AP1.

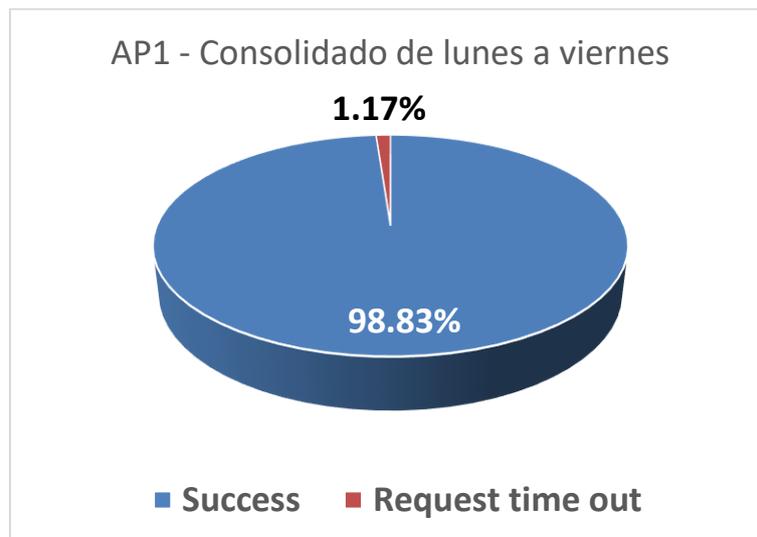


Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 7 se observan los datos obtenidos a nivel de enlace y conectividad para el AP 1 (Modelo 1852), en el cual se evidencia un fuerte nivel de respuesta sostenida durante el tiempo de pruebas definido de una semana laboral.

Figura 8

Consolidación de datos capturados por Cping para el AP1.



Nota. Figura elaborada por el autor.

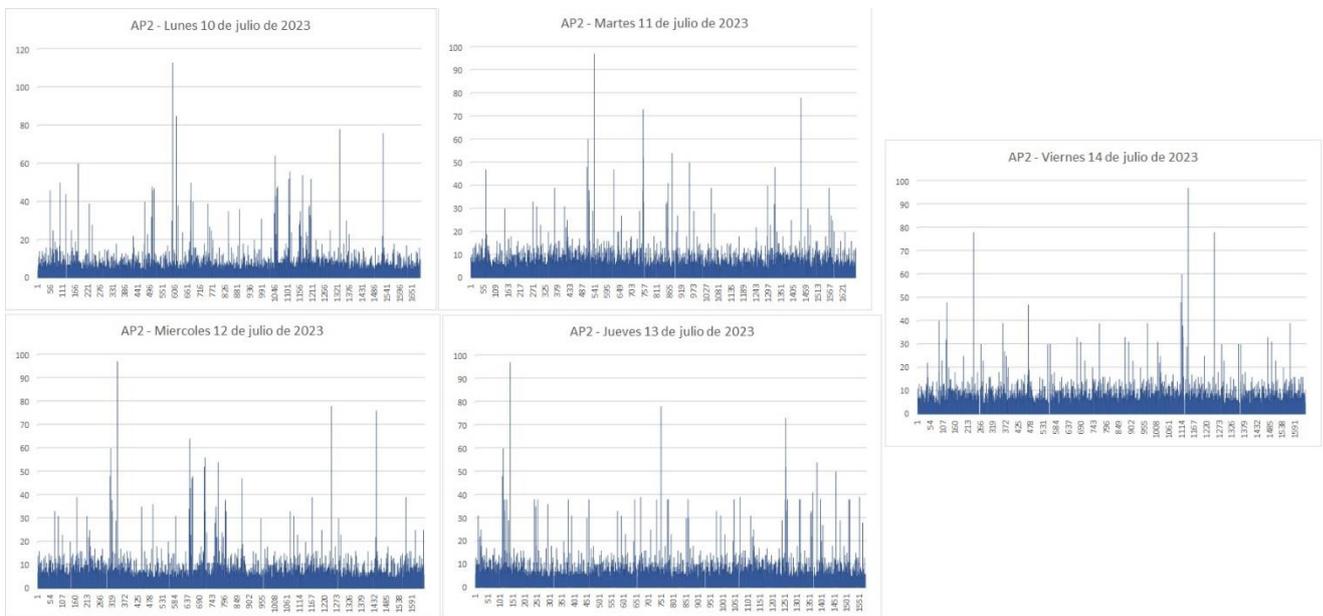
En la Figura 8 se observa que el AP1 cuenta con una tasa de éxito de respuesta de un 98.83%, dejando así solo un 1.17% del total de paquetes perdidos.

Access Point 2 – Modelo Cisco 1852

En base a los resultados obtenidos por Cping y tabulados para el análisis, se tienen lo siguiente:

Figura 9

Datos capturados por Cping durante una semana en el AP2.

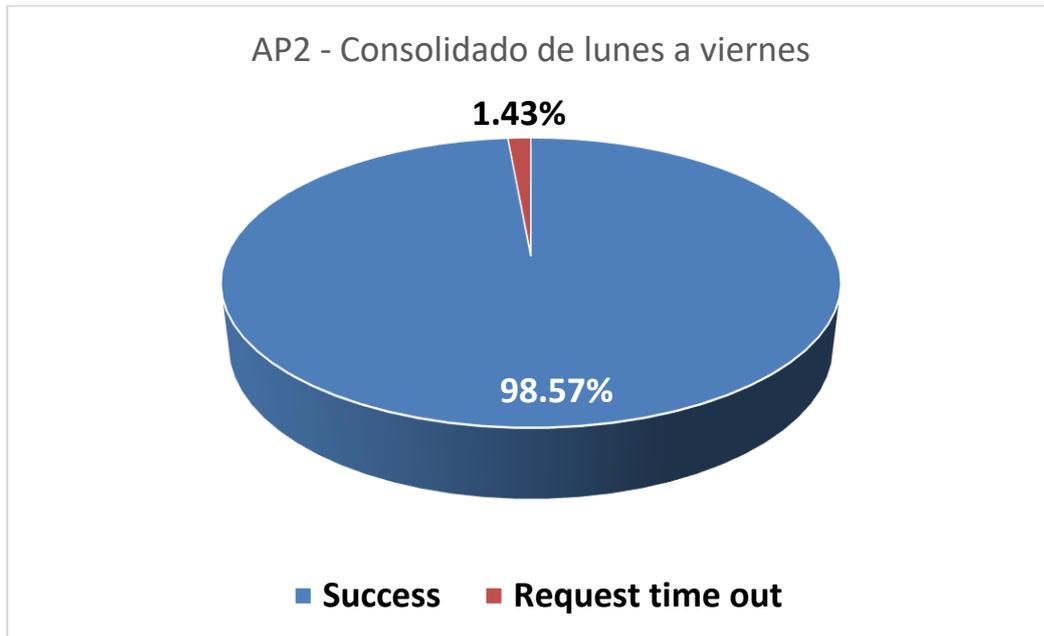


Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 9 se observan los datos obtenidos a nivel de enlace y conectividad para el AP 2 (Modelo 1852), en el cual se evidencia un fuerte nivel de respuesta sostenida durante el tiempo de pruebas definido de una semana laboral.

Figura 10

Consolidación de datos capturados por Cping para el AP2.



Nota. Figura elaborada por el autor.

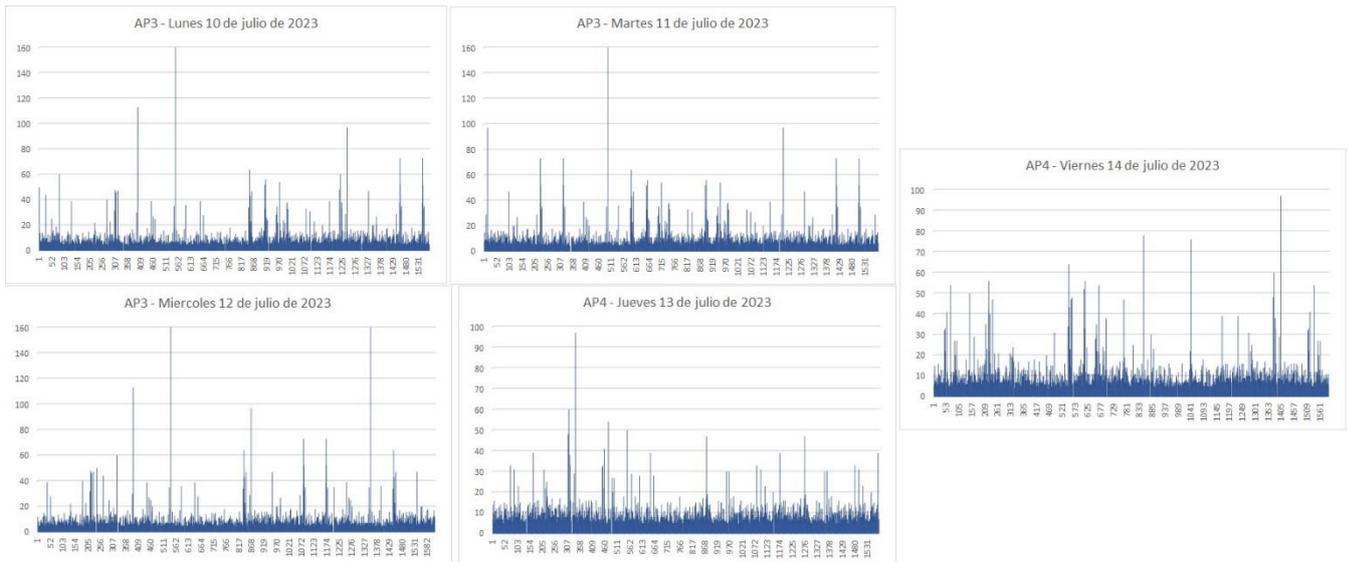
En la Figura 10 se observa que el AP2 cuenta con una tasa de éxito de respuesta de un 98.57%, dejando así solo un 1.43% del total de paquetes perdidos.

Access Point 3 – Modelo Cisco 1852

En base a los resultados obtenidos por Cping y tabulados para el análisis, se tienen lo siguiente:

Figura 11

Datos capturados por Cping durante una semana en el AP3.

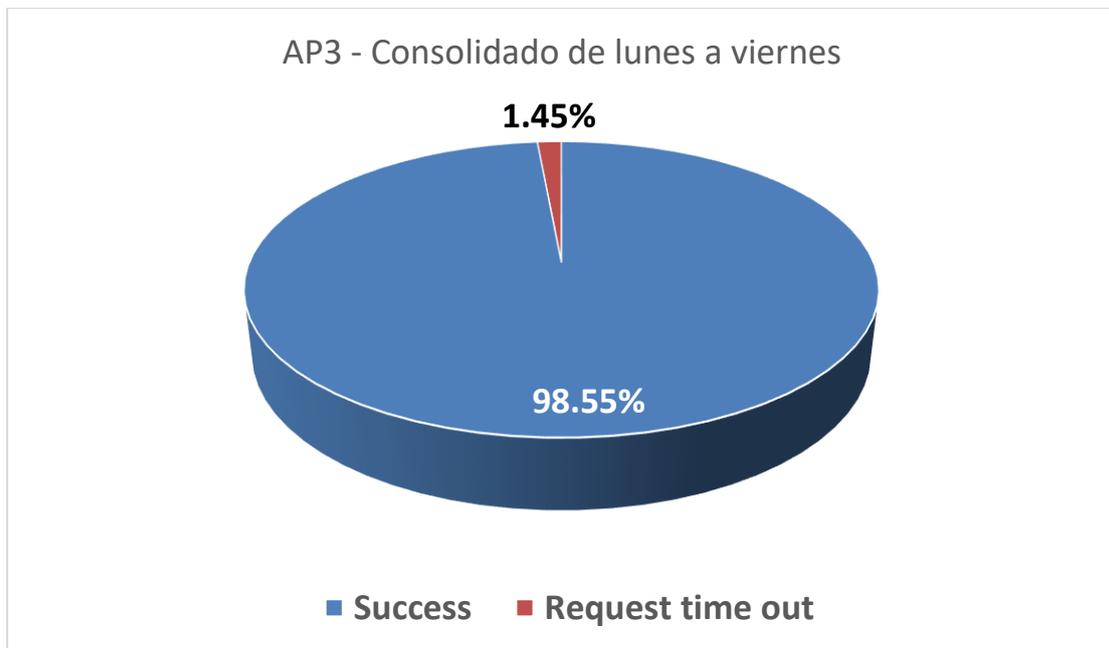


Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 11 se observan los datos obtenidos a nivel de enlace y conectividad para el AP 3 (Modelo 1852), en el cual se evidencia un fuerte nivel de respuesta sostenida durante el tiempo de pruebas definido de una semana laboral.

Figura 12

Consolidación de datos capturados por Cping para el AP3.



Nota. Figura elaborada por el autor.

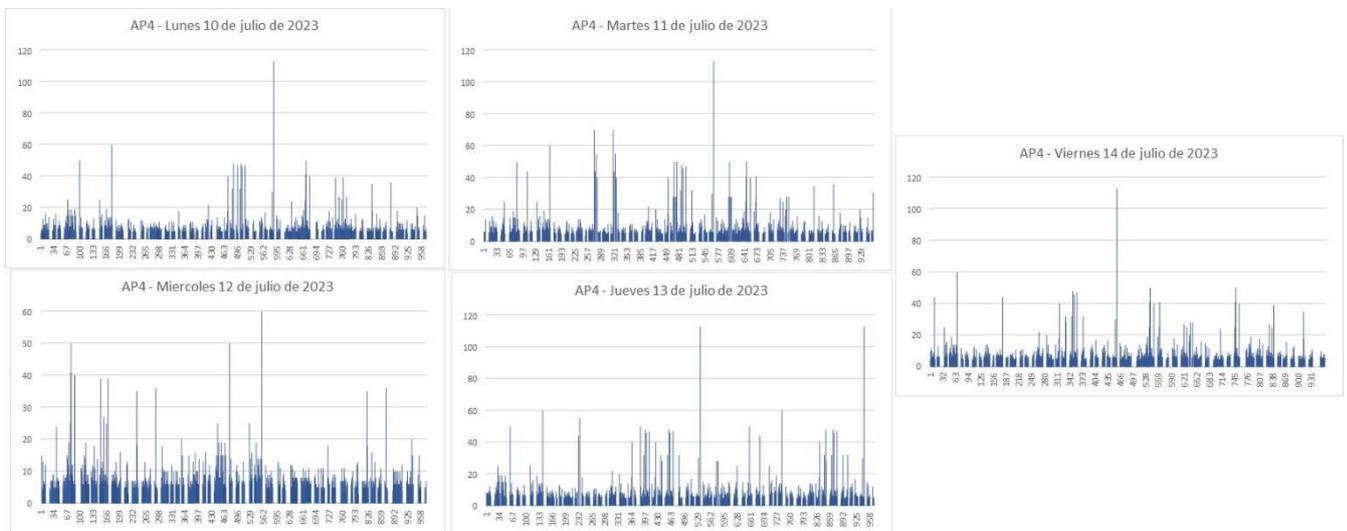
En la Figura 12 se observa que el AP3 cuenta con una tasa de éxito de respuesta de un 98.55%, dejando así solo un 1.45% del total de paquetes perdidos.

Access Point 4 – Modelo Cisco 1252

En base a los resultados obtenidos por Cping y tabulados para el análisis, se tienen lo siguiente:

Figura 13

Datos capturados por Cping durante una semana en el AP4.

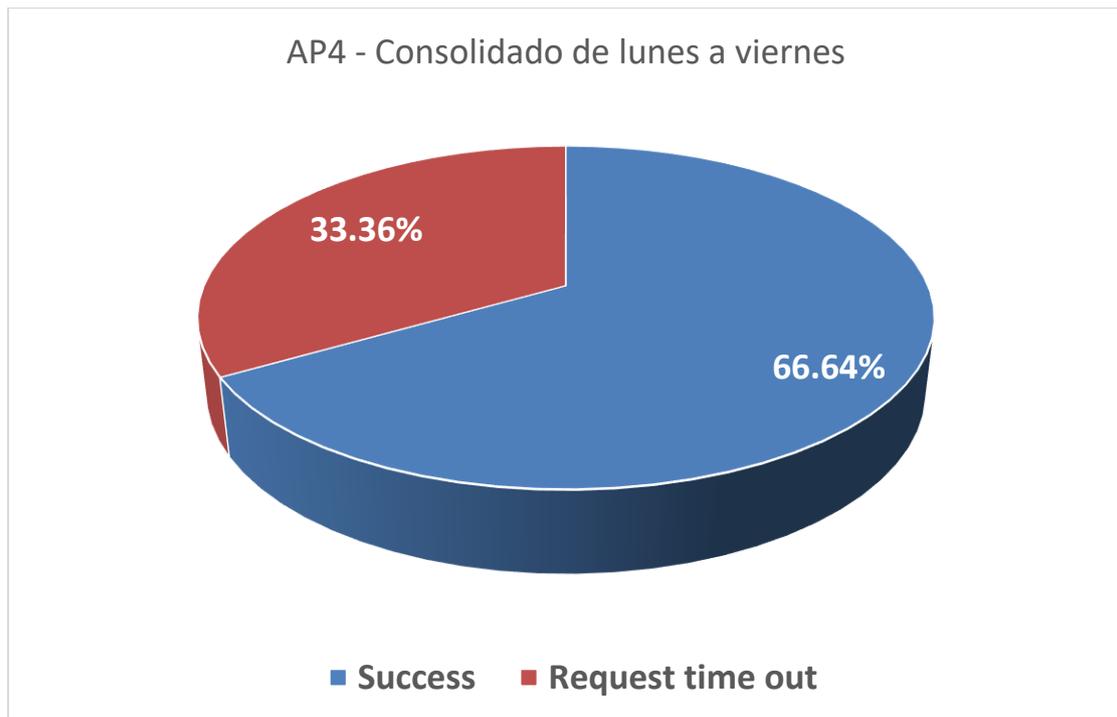


Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 13 se observan los datos obtenidos a nivel de enlace y conectividad para el AP 4 (Modelo 1252), en el cual existen tramos de pérdida de paquetes que se presentan producto de problemas de conectividad y desconexiones en el equipo en el cual se estuvo haciendo la prueba.

Figura 14

Consolidación de datos capturados por Cping para el AP4.



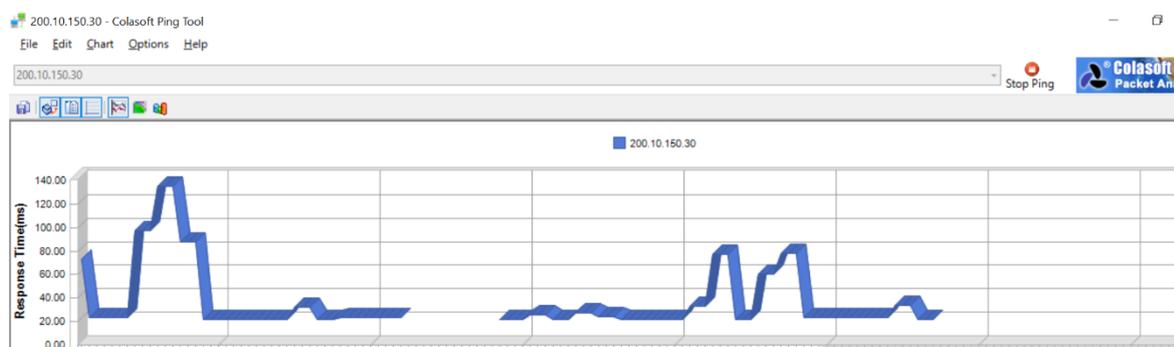
Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 14 se observa que el AP4 cuenta con una pérdida de paquetes del 33.36% frente a una tasa exitosa de 66.64% a nivel de conectividad, lo cual implica que durante los 5 días de relevamiento de información existieron desconexiones frecuentes en los dispositivos finales enganchados a este AP.

Para este caso, también se analizó los resultados del visor de Cping, mismos que se muestran en la Figura 15.

Figura 15

Captura de datos desde Cping para el AP4.



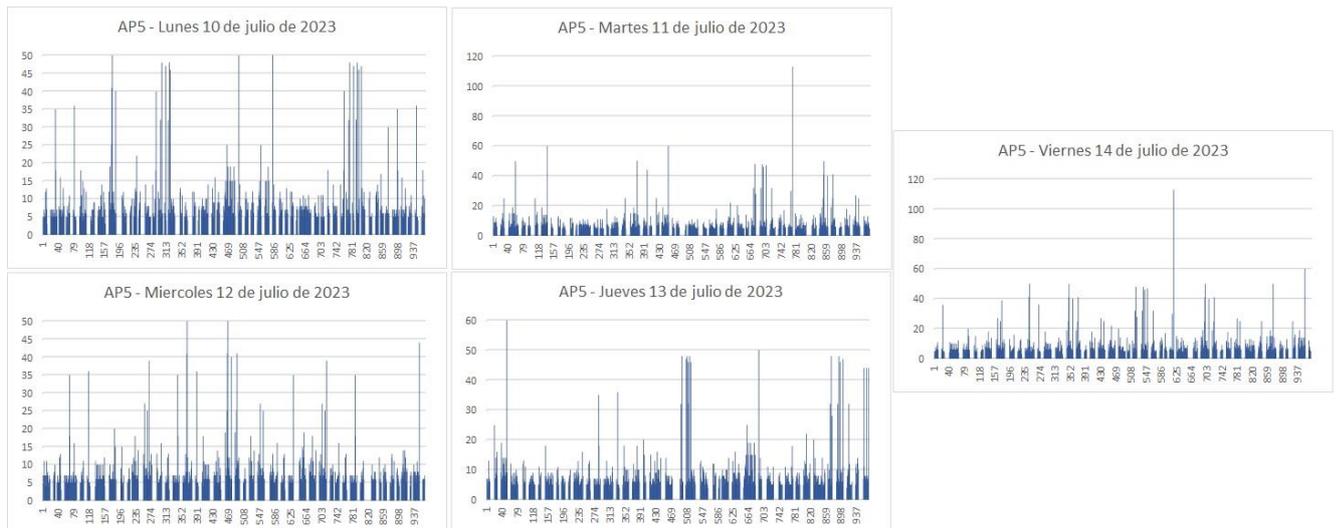
Nota. Figura elaborada por el autor.

Access Point 5 – Modelo Cisco 1252

En base a los resultados obtenidos por Cping y tabulados para el análisis, se tienen lo siguiente:

Figura 16

Datos capturados por Cping durante una semana en el AP5.

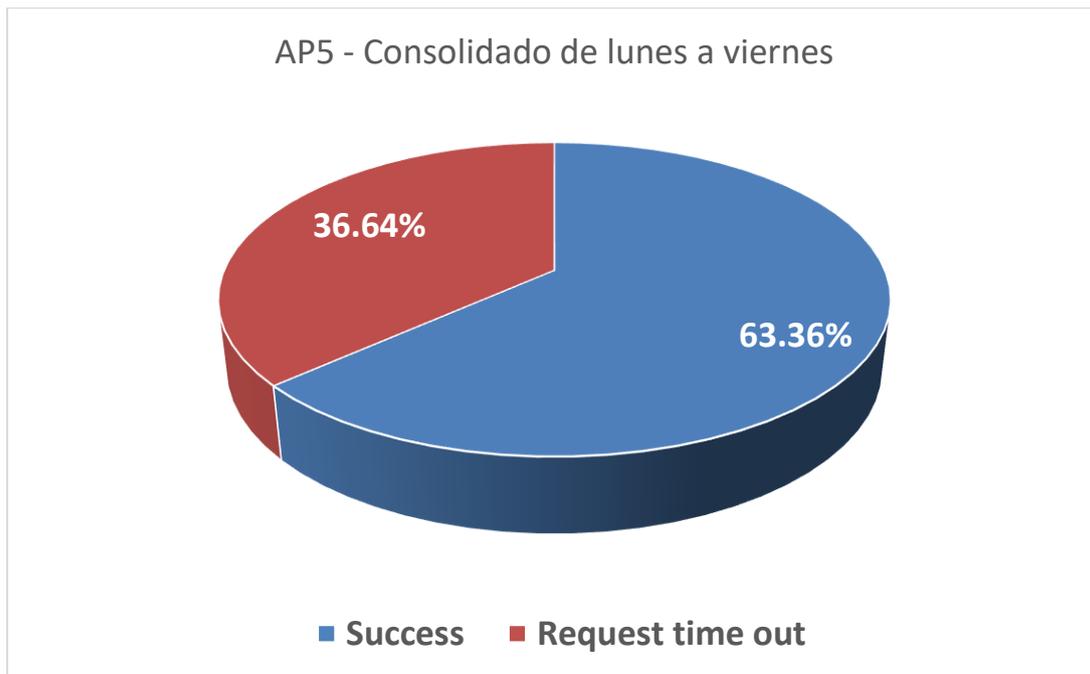


Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 16 se observan los datos obtenidos a nivel de enlace y conectividad para el AP 5 (Modelo 1252), en el cual existen tramos de pérdida de paquetes que se presentan producto de problemas de conectividad y desconexiones en el equipo en el cual se estuvo haciendo la prueba.

Figura 17

Consolidación de datos capturados por Cping para el AP5.



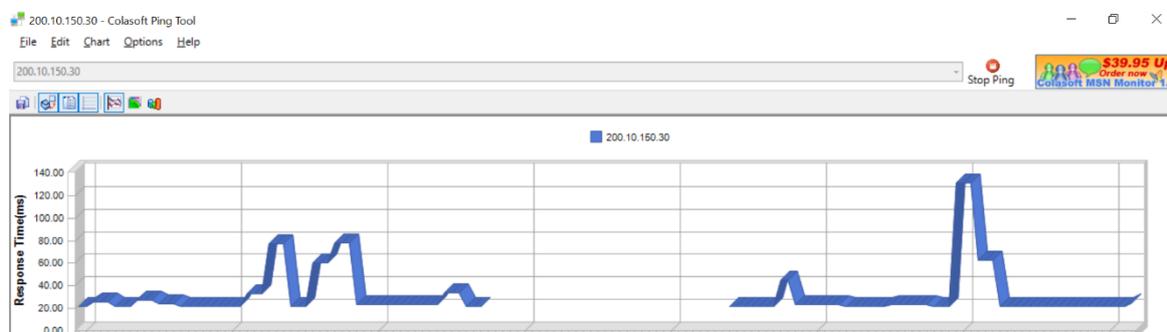
Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 17 se observa que el AP5 cuenta con una pérdida de paquetes del 36.64% frente a una tasa exitosa de 63.36% a nivel de conectividad, lo cual implica que durante los 5 días de relevamiento de información existieron desconexiones frecuentes en los dispositivos finales enganchados a este AP.

Para este caso, también se analizó los resultados del visor de Cping, mismos que se muestran en la Figura 18.

Figura 18

Captura de datos desde Cping para el AP5.



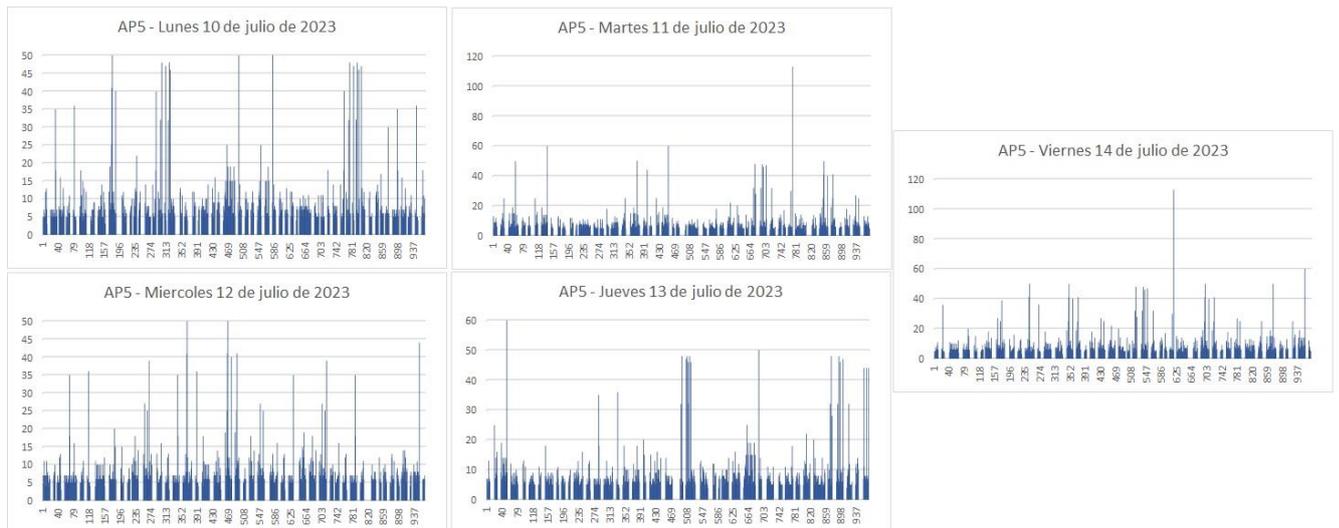
Nota. Figura elaborada por el autor.

Access Point 6 – Modelo Cisco 1252

En base a los resultados obtenidos por Cping y tabulados para el análisis, se tienen lo siguiente:

Figura 19

Datos capturados por Cping durante una semana en el AP6.

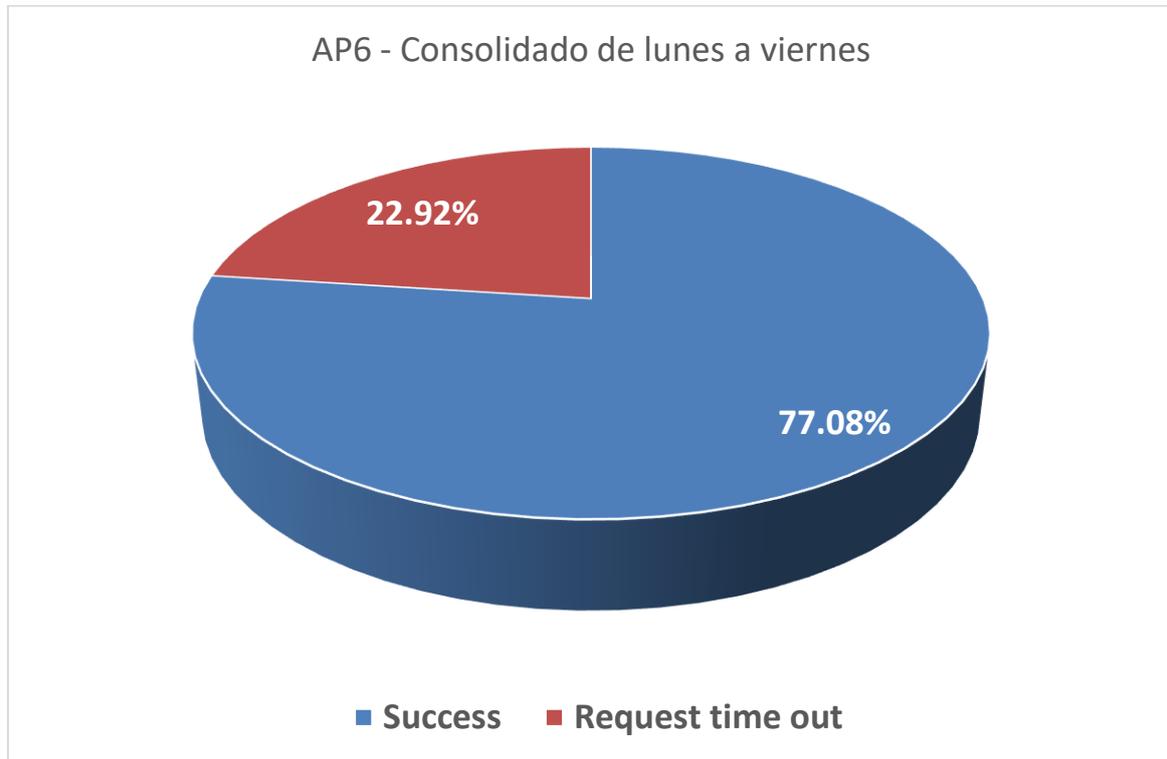


Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 19 se observan los datos obtenidos a nivel de enlace y conectividad para el AP 6 (Modelo 1252), en el cual existen tramos de pérdida de paquetes que se presentan producto de problemas de conectividad y desconexiones en el equipo en el cual se estuvo haciendo la prueba.

Figura 20

Consolidación de datos capturados por Cping para el AP6.



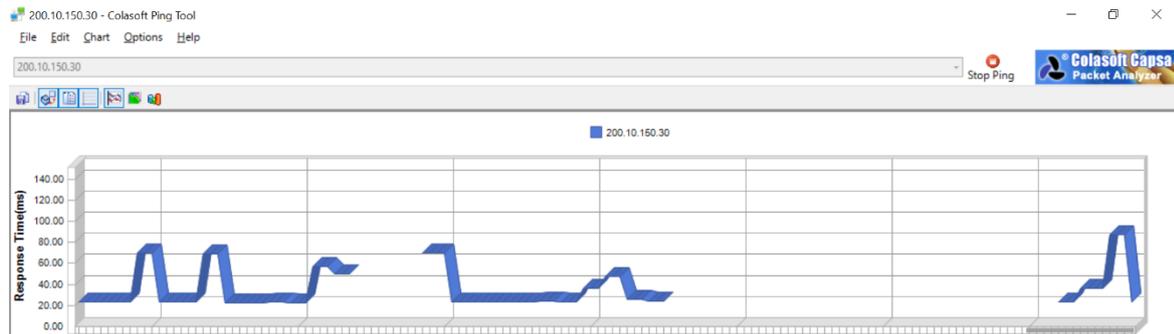
Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 20 se observa que el AP6 cuenta con una pérdida de paquetes del 22.92% frente a una tasa exitosa de 77.08% a nivel de conectividad, lo cual implica que durante los 5 días de relevamiento de información existieron desconexiones frecuentes en los dispositivos finales enganchados a este AP.

Para este caso, también se analizó los resultados del visor de Cping, mismos que se muestran en la Figura 21.

Figura 21

Captura de datos desde Cping para el AP6.



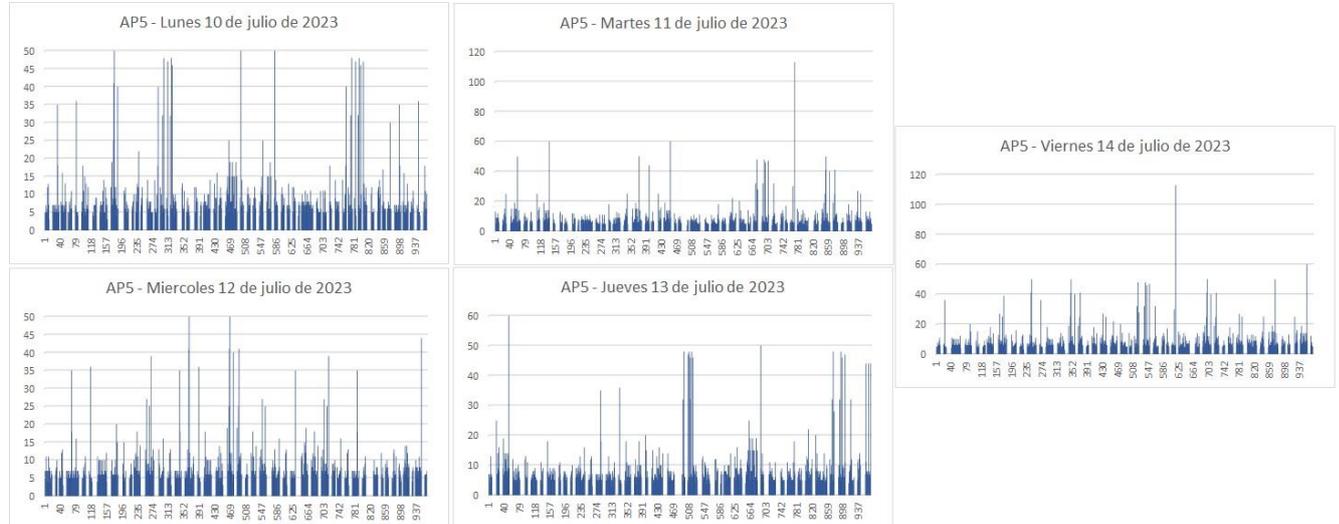
Nota. Figura elaborada por el autor.

Access Point 7 – Modelo Cisco 1252

En base a los resultados obtenidos por Cping y tabulados para el análisis, se tienen lo siguiente:

Figura 22

Datos capturados por Cping durante una semana en el AP7.

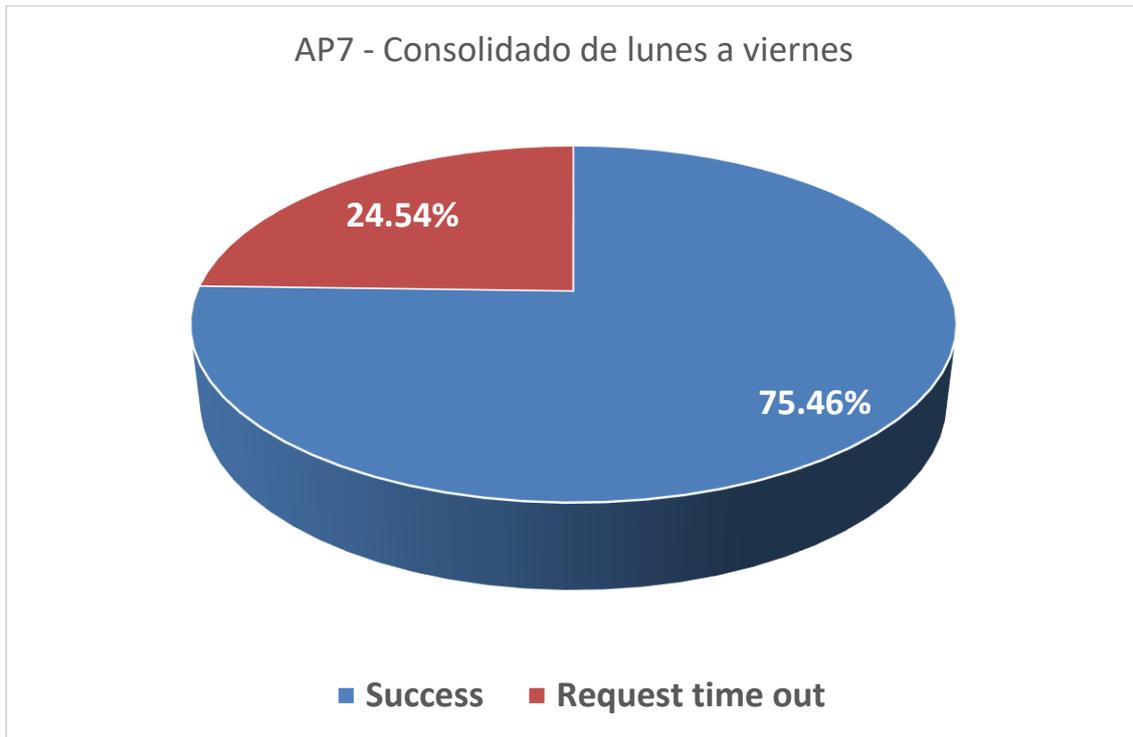


Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 22 se observan los datos obtenidos a nivel de enlace y conectividad para el AP 7 (Modelo 1252), en el cual existen tramos de pérdida de paquetes que se presentan producto de problemas de conectividad y desconexiones en el equipo en el cual se estuvo haciendo la prueba.

Figura 23

Consolidación de datos capturados por Cping para el AP7.

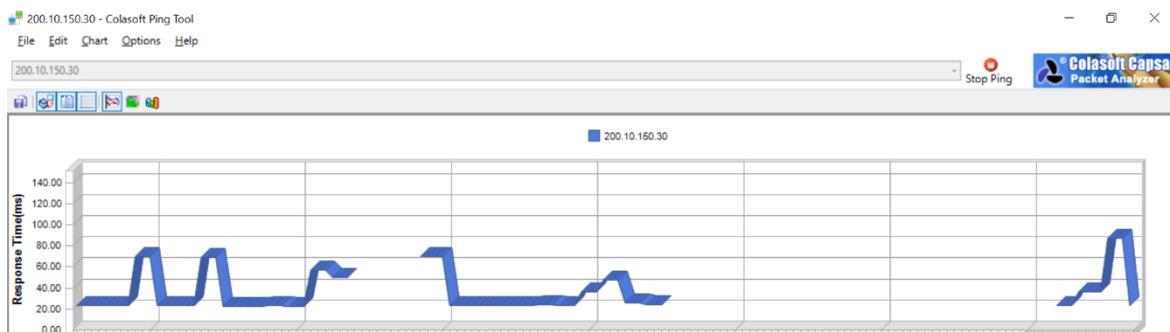


Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 23 se observa que el AP7 cuenta con una pérdida de paquetes del 24.54% frente a una tasa exitosa de 75.46% a nivel de conectividad, lo cual implica que durante los 5 días de relevamiento de información existieron desconexiones frecuentes en los dispositivos finales enganchados a este AP.

Figura 24

Captura de datos desde Cping para el AP7.



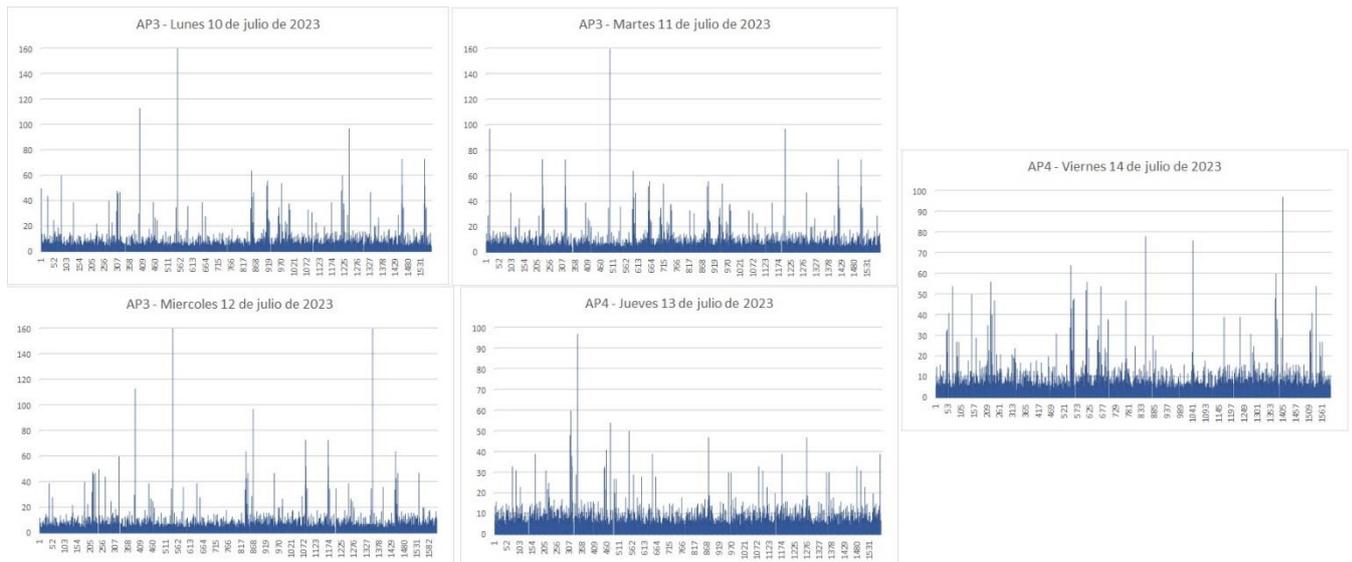
Nota. Figura elaborada por el autor.

Access Point 8 – Modelo Cisco 1852

En base a los resultados obtenidos por Cping y tabulados para el análisis, se tienen lo siguiente:

Figura 25

Datos capturados por Cping durante una semana en el AP8.

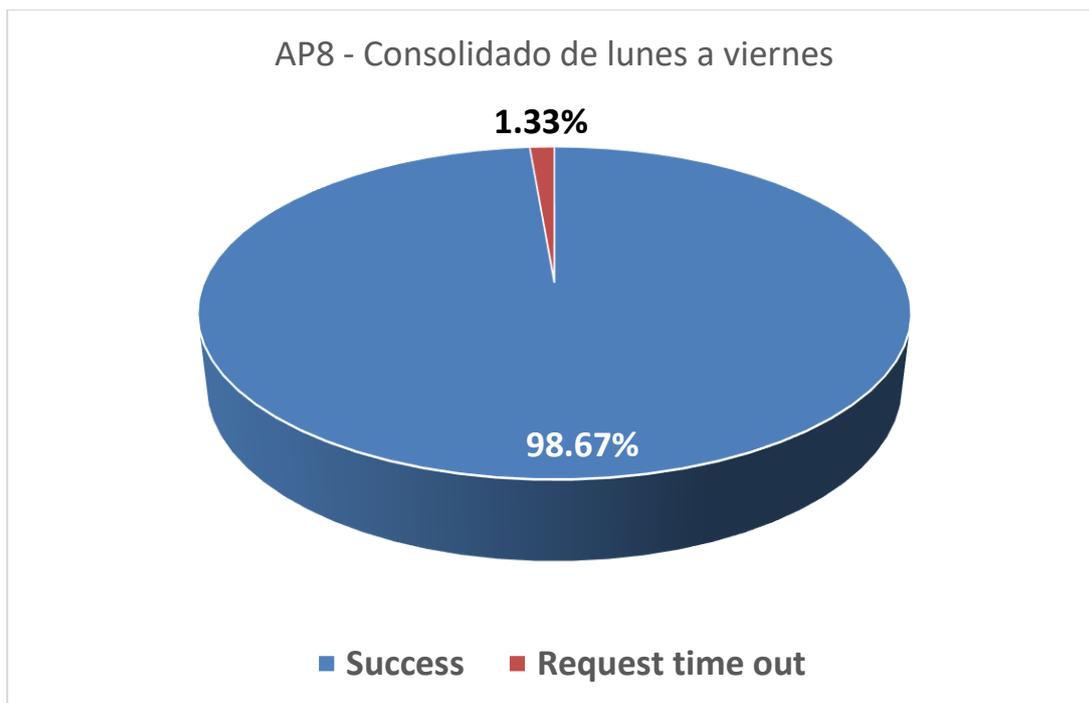


Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 24 se observan los datos obtenidos a nivel de enlace y conectividad para el AP 8 (Modelo 1852), en el cual se evidencia un fuerte nivel de respuesta sostenida durante el tiempo de pruebas definido de una semana laboral.

Figura 26

Consolidación de datos capturados por Cping para el AP8.



Nota. Figura elaborada por el autor.

En la Figura 25 se observa que el AP8 cuenta con una tasa de éxito de respuesta de un 98.67%, dejando así solo un 1.33% del total de paquetes perdidos.

4.2. Diseño de la Mejora

En base a lo definido en el diagnóstico organizacional de la sección 3.5, específicamente en el análisis FODA y todo lo mencionado y recopilado en el diagnóstico de la sección 4.1 se propone la adecuación de la red inalámbrica del CTI-ESPOL con nuevos equipos APs CISCO, en específico del modelo Cisco Catalyst 9115AX Series en lugar de los CISCO AP-1252AG, con lo cual se podrá reducir el nivel de obsolescencia tecnológica dentro de la red interna del edificio y además, se mejorará el proceso de administración de todos estos dispositivos, ya que el nuevo AP puede ser gestionado con la misma controladora que el AP CISCO 1852.

Cisco Catalyst 9115AX

Debido a las características de las redes inalámbricas actuales y el enfoque sobre el cual se trabaja el presente trabajo de investigación (obsolescencia tecnológica), es imperativo contar con un enfoque que se base en el acceso y en la garantía de que la red inalámbrica ofrezca una experiencia integral e ininterrumpida. Una de estas bondades que maneja el Cisco Catalyst 9115AX es que puede trabajar sobre el estándar WiFi 6 (802.11ax), por lo cual se describen a continuación los parámetros que permiten entender por qué este modelo de AP es el adecuado para ser empleado en el plan de mejora:

- Permite manejar una mayor capacidad con respecto a estándares anteriores.
- La latencia se reduce con respecto a otros estándares a través de enlaces ascendentes y programación de recursos determinísticos.
- El consumo energético se reduce hasta un tercio en los dispositivos finales, generando así eficiencia energética.
- Permite mejorar la cobertura para dispositivos IoT, es decir, ya no tienen que estar necesariamente alado de los APs para conectarse, lo cual es beneficioso en el contexto de los centros de investigación como el CTI.
- En lo que respecta a la mitigación de interferencias se tiene una mejoría en la calidad de la conectividad y una menor presencia de interferencias en la señal.
- Mejoran la demanda de la red ya que permite trabajar una velocidad de hasta 9.6 Gbps para transmisión de datos.

En base a esto, los APs de la familia 9100 son perfectos para empezar a trabajar sobre WiFi 6 ya que satisfacen a cabalidad las necesidades de redes de cualquier tamaño, por lo cual, en un ambiente como el de CTI resulta beneficioso contar con este tipo de equipos.

Adicionalmente, esta familia de APs Cisco, viene equipado con hasta 4 radios, OFDMA (Multiplexación por división de frecuencias ortogonales) y MU-MIMO (entrada/salida múltiple multiusuario) que en conjunto con la inteligencia artificial y los conceptos de machine learning permitirán contar con análisis más avanzados para trabajar el rendimiento de la red.

4.3. Mecanismos de Control

En base a análisis y diagnóstico realizado en las secciones previas, se proponen modelos de actualización tecnológica de los dispositivos APs hacia la familia Catalyst 9100, con lo cual representará un salto significativo a nivel tecnológico en los equipos de conectividad inalámbrica y garantizará una mejor cobertura y estabilidad en las conexiones de los usuarios del CTI ESPOL.

En este aspecto ha sido imprescindible analizar el esquema de control sobre el cual se ha determinado que para la nueva red inalámbrica que incluye los equipos Catalyst 9115AX y los ya instalados 1852 se utilice el mismo controlador, lo que otorga a esta mejora tecnológica un único punto de control a diferencia del AS-IS en donde se tenían diferentes controladoras lo que dificultaba el monitoreo y la resolución de problemas de conectividad e interferencias.

Con esto mencionado se propone el uso de PDCA o Plan, Do, Check, Act por sus siglas en inglés, que no es más que una metodología cíclica para garantizar la mejora continua dentro de un proceso de actualización, para el caso particular de este trabajo de investigación se define la metodología PDCA para resolución de problemas de conectividad de la red inalámbrica del CTI ESPOL.

Tabla 4.

Checklist asociado al plan de mejora para CTI-ESPOL.

Mejora en la red inalámbrica del CTI ESPOL				
1.. Actualización de Equipos APs	Niveles de cumplimiento			
	Alto	Medio	Bajo	Insuf.
Definición de ubicación de nuevos APs				
Configuración de nuevos APs				
Validación de conectividad de nuevos APs				
Verificación general de funcionamiento de la red				
2.. Unificación de Controladora	Niveles de cumplimiento			
	Alto	Medio	Bajo	Insuf.
Configuración de controladora				
Agregación de nuevo AP a controladora				
Verificación de ambos modelos de AP en controladora				
3.. Pruebas de conectividad y cobertura	Niveles de cumplimiento			
	Alto	Medio	Bajo	Insuf.
Pruebas de conectividad en planta baja de CTI				
Pruebas de conectividad en planta alta de CTI				
Pruebas de cobertura en planta baja de CTI				
Pruebas de cobertura en planta alta de CTI				
2.. Evaluación general de rendimiento de red	Niveles de cumplimiento			
	Alto	Medio	Bajo	Insuf.
Evaluar la conectividad y estabilidad de la red				
Verificación de conexión constante en zonas clave				
Verificación de conectividad de equipos de trabajo				
Evaluación de rendimiento en los nuevos APs				

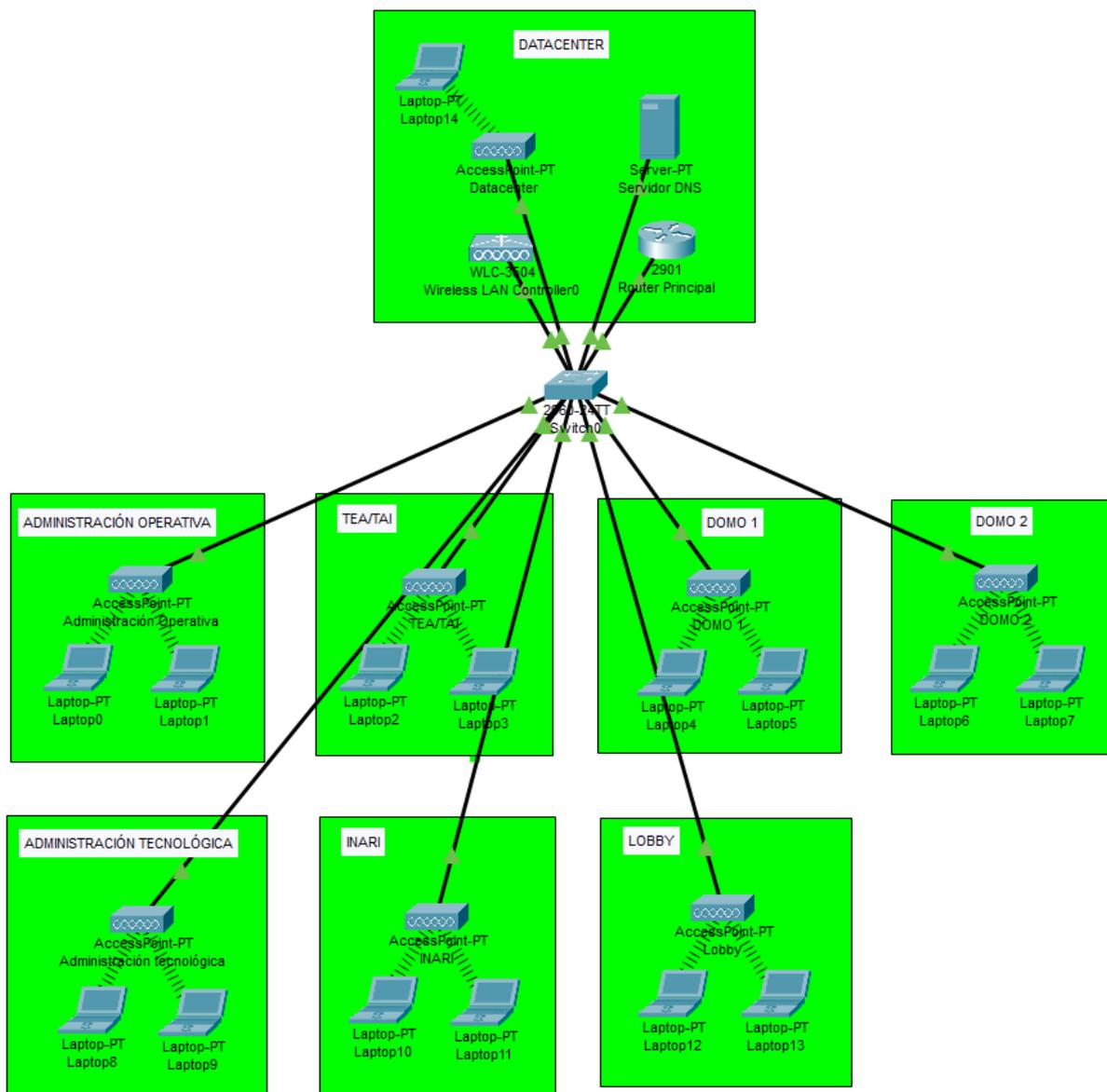
Nota. Cuadro de seguimiento y control elaborado por el autor.

4.4. Simulación de la cobertura

En base al análisis de datos y propuesta de mejora realizado se crea la simulación del diseño de la infraestructura de red inalámbrica utilizando la misma topología utilizada actualmente en el CTI ESPOL.

Figura 27

Simulación de la topología inalámbrica utilizada en el CTI ESPOL



En la Figura 27 se observan las 8 áreas conectadas mediante los APs instalados alrededor del edificio del centro.

Capítulo 5: Sugerencias

En base a los resultados definidos en el capítulo 4 y los objetivos que se plantearon para el presente trabajo de investigación, a continuación, se describen las respectivas conclusiones y recomendaciones para la implementación del plan de mejora.

5.1. Conclusiones

Las conclusiones del presente trabajo de investigación son:

- El diagnóstico realizado a toda la red inalámbrica del CTI ESPOL permitió entender cómo se encuentran distribuidos los APs y el nivel de obsolescencia que presentan, esto considerando que cuentan con equipos Cisco 1252 que por su antigüedad representan un serio problema de conectividad y adherencia a los equipos de red.
- En base al análisis previo, se identificó que la posición de los 8 dispositivos APs es idónea según la capacidad, características y dimensiones del centro de investigación, por lo cual, dentro de la topología se manejaría el mismo concepto, con la única diferencia de que se sustituyen los equipos 1252 por los Catalyst 9115.
- En base a las características técnicas y la hoja de datos del Catalyst 9115 se evidencia en forma teórica que tiene una mejor cobertura que en casos de alcance en línea de vista puede superar hasta un 20% con respecto a la cobertura que ofrece el 1252, mientras que en cobertura con obstáculos este valor puede reducirse hasta un 10% por encima de lo que ofrece el equipo anterior.
- En base al diseño del mecanismo de control PDCA, se pudo definir un esquema de revisión constante de los elementos de la red como lo son el rendimiento, la

conectividad, velocidad y alcance de conexión, con lo cual se remitirá un proceso cíclico de validación de obsolescencia de los equipos que se encuentran instalados para dar servicio de conexión inalámbrica al edificio del CTI ESPOL.

- En base a la figura 27 mostrada previamente se observa que dentro del esquema de simulación realizado en Packet Tracer, tanto los equipos nuevos (propuestos como mejora) como los existentes coexisten y funcionan apropiadamente para las diferentes áreas dentro del CTI. En este sentido es importante mencionar que se debe manejar un tiempo prudencial como etapa de estabilización para confirmar y analizar periódicamente que el buen estado de conectividad de la red se mantenga y hacer uso del método PDCA para validar el cumplimiento de los elementos de mejora.

5.2. Recomendaciones

Como recomendaciones se pueden mencionar:

- Se debe analizar adecuadamente la ubicación de los equipos nuevos instalados, ya que, en primera instancia se los colocará en las mismas ubicaciones de los equipos a ser reemplazados, para confirmar lo que teóricamente se ha definido a nivel de alcance y capacidad.
- Con respecto a la topología de red, esta se recomienda mantenerla durante al menos un lapso de transición y adaptación de 6 meses posterior a la instalación de los nuevos equipos para tener una franja de tiempo suficiente que permita evaluar las mejoras y/o posibles inconvenientes que presente la red inalámbrica con los equipos Catalyst 9115.
- Es imperativo realizar validaciones constantes de los equipos dentro de la

controladora Cisco para minimizar los errores y llevar a cabo eficientemente el mecanismo de control definido como parte de la propuesta de mejora.

5.3. Bibliografía

- Anguis Horno, J. J. (2008). Redes de área local inalámbricas: Diseño de la wlan de wheelers lane technology college. *Universidad de Sevilla*.
- Apple. (2023). *Optimizar las redes Wi-Fi para los dispositivos Apple*. Apple Support. <https://support.apple.com/es-us/guide/deployment/dep2af1caf35/web>
- Arciniega Barahona, J. X. (2016). *Diseño e implementación de una herramienta de monitoreo y captura de tramas en redes IEEE 802.15. 4*. Quito, 2016.
- Baños-Gonzalez, V., Afaqui, M., Lopez-Aguilera, E., & Garcia-Villegas, E. (2016). IEEE 802.11ah: A Technology to Face the IoT Challenge. *Sensors*, 16(11), 1960. <https://doi.org/10.3390/s16111960>
- Bellalta, B. (2016). IEEE 802.11 ax: High-efficiency WLANs. *IEEE Wireless Communications*, 23(1), 38–46.
- Bonilla, K., Serafim, M., & Bámaca-López, E. (2021). Science diplomacy in ecuador: political discourse and practices between 2007 and 2017. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 6, 656969.
- Caceres Pauro, W. W. (2019). *Redes Wireless*.
- Carrasquero, E., & Pérez, L. (2016). Sistema de gestión de seguridad en redes LAN. *Télématique: Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*, 15(2), 133–143.
- Cifuentes Rodríguez, J. J. (2017). *Diseño de un modelo de gestión de seguridad en redes de comunicación inalámbricas aplicado a pequeñas empresas del sector privado de la ciudad de Bogotá*.
- CISCO. (2015). *Política de seguridad de la red: Informe oficial de Mejores Prácticas*. https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/availability/high-availability/13601-secpol.html
- CISCO. (2022). *¿Qué es un access point?* Solutions Small Business.

https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-access-point.html

- CITEL. (2010). *Calidad de Servicio en Internet*. Organización de Los Estados Americanos. http://www.oas.org/es/citel/infocitel/2010/abril/calidad_e.asp
- Colasoft. (2016). *Colasoft Ping Tool*. Internet. https://www.colasoft.com/ping_tool/
- CORDIS. (2016). *Mejores redes inalámbricas en interiores a la vista*. Seventh Framework Programme. <https://cordis.europa.eu/article/id/203786-better-indoor-wireless-networks-on-the-horizon/es>
- ESPOL. (2018). *CTI ESPOL*. Inventio ESPOL. <http://www.inventio.espol.edu.ec/>
- Forenbacher, I., Husnjak, S., Jovović, I., & Bobić, M. (2021). Throughput of an IEEE 802.11 Wireless Network in the Presence of Wireless Audio Transmission: A Laboratory Analysis. *Sensors*, 21(8), 2620. <https://doi.org/10.3390/s21082620>
- FS Europa. (2022). *Optimiza el rendimiento de tu red inalámbrica con el controlador de WLAN de FS*. FS Community. <https://community.fs.com/es/news/wireless-lan-controller-optimizes-wireless-network-performance.html>
- García Zapata, D. M. (2017). *“Análisis y mejora de la seguridad de la red inalámbrica basada en WIPS y propuesta de integración con políticas basadas en BYOD (bring your own device): caso de estudio red inalámbrica del servicio de Rentas Internas Quito agencia principal”*. PUCE.
- González, I. R., Casanova, M. P., Peña, A. B., García, A. O. F., Domínguez, A. C. B., Sedeño, L. M., & Almario, A. P. (2021). Proyecto de gestión de redes en BioCen. *Innovación y Software*, 2(1), 64–82.
- González Paz, A., Beltrán Casanova, D., & Fuentes Gari, E. R. (2016). Propuesta de protocolos de seguridad para la red inalámbrica local de la Universidad de Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(4), 130–137.

- Herrera-Franco, G., Montalván-Burbano, N., Mora-Frank, C., & Bravo-Montero, Lady. (2021). Scientific research in Ecuador: A bibliometric analysis. *Publications*, 9(4), 55.
- Herrera, H. (2018). Modelo de optimización de rendimiento en redes 802.11 ac utilizando programación multi-objetivo. *Maestría En Ciencias de La Información y Las Comunicaciones*, 1. <http://hdl.handle.net/11349/14493>
- Hinostroza, V. (2019). Wi-Fi 6: Características Y Aspectos Particulares Del Estándar IEEE-802.11 ax. *Instituto de Ingeniería y Tecnología*.
- IBM. (2016). *¿Qué es la seguridad de red?* IBM Network Security. <https://www.ibm.com/mx-es/topics/network-security>
- IEEE. (2022a). *Demand for Wi-Fi 6 is Growing*. <https://innovationatwork.ieee.org/demand-for-wi-fi-6-is-growing/>
- IEEE. (2022b). *Four Connectivity and Telecom Trends to Watch in 2023*. IEEE Standards Association. <https://standards.ieee.org/beyond-standards/four-connectivity-and-telecom-trends-to-watch-in-2023/>
- IEEE. (2022c). *Internet of Things*. IEEE Standards Association. <https://standards.ieee.org/initiatives/iot/>
- Junco Romero, G., & Rabelo Padua, S. (2018). Los recursos de red y su monitoreo. *Revista Cubana de Informática Médica*, 10(1), 76–83.
- Khorov, E., Levitsky, I., & Akyildiz, I. F. (2020). Current status and directions of IEEE 802.11 be, the future Wi-Fi 7. *IEEE Access*, 8, 88664–88688.
- Liang, Q., Wang, W., Liu, X., Na, Z., Li, X., & Zhang, B. (2021). *Communications, Signal Processing, and Systems* (Q. Liang, W. Wang, X. Liu, Z. Na, X. Li, & B. Zhang (eds.); Springer, Vol. 654). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-8411-4>

- Liao, R., Bellalta, B., Barcelo, J., Valls, V., & Oliver, M. (2013). Performance analysis of IEEE 802.11ac wireless backhaul networks in saturated conditions. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2013(1), 226. <https://doi.org/10.1186/1687-1499-2013-226>
- Liberatori, M. (2018). *Redes de Datos y sus Protocolos* (EUDEM (ed.); 1st ed.). EUDEMN.
- Medina Rojas, J. D., & Rivas Montalvo, Y. Y. (2020). *Evaluación del Rendimiento de un Sistema de Detección de Intrusos para Redes Inalámbricas 802.11 Contra Ataques Informáticos*.
- Mella, R. S. (2018). Reflexiones sobre el concepto de innovación. *Revista San Gregorio*, 24, 120–131.
- Michelena Yépez, A. G. (2016). *Propuesta para mejorar la cobertura de la red inalámbrica Wi-Fi en los hogares realizando un estudio comparativo de las tecnologías actuales*. PUCE.
- Microsoft. (2018). *Capítulo 2: Determinación de una estrategia segura para redes inalámbricas*. Microsoft Docs. <https://learn.microsoft.com/es-es/security-updates/security/guadepineamiento-selección-de-una-estrategia-segura-para-redes-inalámbricas>
- Mohamed, B. A., Horia-Nicolai, L., Tomader, M., & Parthasarathy, S. (2022). *Networking, Intelligent Systems and Security* (M. Ben Ahmed, H.-N. L. Teodorescu, T. Mazri, P. Subashini, & A. A. Boudhir (eds.); Vol. 237). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-3637-0>
- Núñez García, J. C. (2022). *Comunicaciones WiFi seguras en entorno corporativo*.
- Ochoa, X., Domínguez, F., Guamán, B., Maya, R., Falcones, G., & Castells, J. (2018). The RAP system. *Proceedings of the 8th International Conference on Learning*

- Analytics and Knowledge*, 360–364. <https://doi.org/10.1145/3170358.3170406>
- Orbe Olmedo, A. C., & Pancho Males, W. M. (2006). *Análisis y diseño de una WLAN 802.11*. QUITO/EPN/2007.
- Páez, C. S. C., & Cueva, R. A. L. (2019). Evaluación del desempeño de la tecnología wifi en concordancia con los estándares IEEE 802.11 b/g/n en el interior de una cámara anecoica para la banda de 2.4 GHz. *Performance Evaluation of Technology Wifi in Conformance with IEEE, 802*, 22–44.
- Pahlavan, K., & Krishnamurthy, P. (2021). Evolution and Impact of Wi-Fi Technology and Applications: A Historical Perspective. *International Journal of Wireless Information Networks*, 28(1), 3–19. <https://doi.org/10.1007/s10776-020-00501-8>
- Punchihewa, A., Swan, S., Mendez, G., & De Silva, L. (2007). *Review of Present IEEE 802.11 “Wi-Fi” Security Issues and of Other Possible Vulnerabilities. 1*.
- Rodríguez Ortega, E. F. (2017). *ANÁLISIS DE TRÁFICO Y GESTIÓN DEL RENDIMIENTO EN LAS REDES DE DATOS*. JIPIJAPA-UNESUM.
- Rouse, M. (2017). *What is IEEE 802.11?* Techopedia. www.techopedia.com/definition/24967/ieee-80211
- Ruiz Vargas, M. R. (2015). Desafíos para asegurar la calidad del servicio de internet inalámbrico en la Universidad Francisco Gavidia. *Realidad y Reflexión*, 101–116.
- Salazar, J. (2016). Redes inalámbricas. *Techpedia*. Recuperado de: <https://Core.Ac.Uk/Download/Pdf/81581109>. Pdf.
- Sandoval, J. C. C., & Beltrán, C. R. (2019). MODELO DE SEGURIDAD EN REDES WLAN UTILIZANDO RADIO DEFINIDA POR SOFTWARE. *9na Edición de La Conferencia Científica Internacional de La Universidad de Holguín*.
- Shen, X. (Sherman), Lin, X., & Zhang, K. (Eds.). (2020). *IEEE 802.11 BT - Encyclopedia of Wireless Networks* (p. 583). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-78262-1_300001

Shiripuno. (2016). *Ecuador's Research Stations*. Shiripuno Research.
<http://www.shiripunoresearch.org/research.html>

Singh, S., & Shanker, R. (2023a). Publisher Correction to: Development of a robust structural health monitoring system: a wireless sensor network approach. *Asian Journal of Civil Engineering*, 24(6), 1895. <https://doi.org/10.1007/s42107-023-00608-2>

Singh, S., & Shanker, R. (2023b). Publisher Correction to: Development of a robust structural health monitoring system: a wireless sensor network approach. *Asian Journal of Civil Engineering*, 24(6), 1895. <https://doi.org/10.1007/s42107-023-00608-2>

Soto, S. (2020). *Ventajas y desventajas de implementar redes inalámbricas*. Rom Mayer. <https://rom-mayer.cl/redes-inalambricas-2/>

Sullivan, S., Brighente, A., Kumar, S. A. P., & Conti, M. (2021). 5G security challenges and solutions: a review by OSI layers. *IEEE Access*, 9, 116294–116314.

Sydle. (2022). *Tipos de innovación: ¿cuáles son y cómo aplicarlos en tu empresa?* Innovación y Tecnología. <https://www.sydle.com/es/blog/tipos-de-innovacion-619541bf351e93287c42a7de>

Tafur Bardales, C. L., & Chavez Montero, J. L. (2018). *ANÁLISIS DE PROTOCOLOS DE PROTECCIÓN DE REDES INALÁMBRICAS WI-FI PARA LA DETECCIÓN DE VULNERABILIDADES FRENTE A POSIBLES ATAQUES QUE ATENTEN CONTRA LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN*.

Tian, Y., Huang, B., Jia, B., & Zhao, L. (2020). Optimizing AP and Beacon Placement in WiFi and BLE hybrid localization. *Journal of Network and Computer Applications*, 164, 102673.

- UCLA. (2023). *International Research and Training Center – Ecuador*. Institute of the Environment & Sustainability. <https://www.ioes.ucla.edu/ctr/our-work/international-research-training-center-ecuador/>
- UNIR. (2022). *Topología de red: qué es y cuáles son los tipos más habituales*. Noticias. <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/topologia-red/>
- van Oorschot, P. C. (2021). *Wireless LAN Security: 802.11 and Wi-Fi BT - Computer Security and the Internet: Tools and Jewels from Malware to Bitcoin* (P. C. van Oorschot (Ed.); pp. 339–373). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83411-1_12
- Zarco Villca, B. B. (2015). *Diseño de una red de área local Lan y Wlan para la Unidad Educativa Región de Murcia “La Primera”*. Universidad Mayor de San Andrés.

5.4. Anexos

A continuación, se detallan los componentes técnicos revisados dentro de la propuesta en base a los cuales se comprendió el nivel de obsolescencia de los equipos CISCO instalados (1252) y adicionalmente, el nivel tecnológico de los equipos que se mantendrán (1852) y sobre los cuales se hará una adquisición adicional (9115).

5.4.1. Anexo 1: Cisco Aironet 1252

Item	Specification
Part Numbers	<p>Access point platform with pre-installed radio modules:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AIR-AP1252AG-x-K9 802.11a/g/n 2.4/5-GHz Standalone AP; 6 RP-TNC • AIR-AP1252G-x-K9 802.11g/n 2.4-GHz Standalone AP; 3 RP-TNC • AIR-LAP1252AG-x-K9 802.11a/g/n 2.4/5-GHz Unified AP; 6 RP-TNC • AIR-LAP1252G-x-K9 802.11g/n 2.4-GHz Unified AP; 3 RP-TNC <p>Individual components:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AIR-AP1250= Standalone AP Platform (no radio modules); Spare • AIR-LAP1250= Unified AP Platform (no radio modules); Spare • AIR-RM1252A-x-K9= 802.11a/n 5-GHz Radio Module; 3 RP-TNC • AIR-RM1252G-x-K9= 802.11g/n 2.4-GHz Radio Module; 3 RP-TNC • AIR-AP1250MNTGKIT= 1250 Series Ceiling, Wall Mount Bracket kit- Spare <p>Eco-pack:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AIR-LAP1252-x-K9-5 Eco-pack 802.11a/g/n 2.4/5 GHz Unified AP-5 qty (A, E, N Reg domains only) • AIR-AP1252-N-K9-5 Eco-pack 802.11a/g/n 2.4/5 GHz Standalone AP-5 qty (N Reg domain only) <p>Customers are responsible for verifying approval for use in their individual countries. To verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country, please visit http://www.cisco.com/go/aironet/compliance.</p>

Item	Specification
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco IOS[®] Software Release 12.4(21a)JA or later (Standalone Mode) • Cisco IOS Software Release 12.4(10b) JDD or later (Unified Mode) • Cisco Unified Wireless Network Software Release 7.0 or later
802.11n Capabilities	<ul style="list-style-type: none"> • 2x3 MIMO with two spatial streams • Maximal Ratio Combining (MRC) • 20-and 40-MHz channels • PHY data rates up to 300 Mbps • Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) • 802.11 DFS (Bin 5) • Cyclic Shift Diversity (CSD) support
Data Rates Supported	<p>802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps</p> <p>802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps</p>

5.4.2. Anexo 2: Cisco AIR 1852

Quick Specs

Table 1 shows the quick specs of AIR-AP1852I-K9.

Part Number	AIR-AP1852I-I-K9
Description	802.11ac Wave 2 Access Point, 4x4:4, Internal-Ant, I Regulatory Domain
Features	<ul style="list-style-type: none"> - 4x4 MIMO with four spatial streams, single-user MIMO - 4x4 MIMO with three spatial streams, multiuser MIMO - MRC - 802.11ac beamforming (transmit beamforming) - 20-, 40-, and 80-MHz channels - PHY data rates up to 1.7 Gbps (80 MHz in 5 GHz) - Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) - 802.11 DFS - CSD support
Regulatory Domain	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> 1 (1 regulatory domain): - 2.412 to 2.472 GHz; 3 channels - 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels </div>
Antenna	Internal Antenna
Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> - 1 x 10/100/1000BASE-T autosensing (RJ-45), Power over Ethernet (PoE) - 1 x 10/100/1000BASE-T autosensing (RJ-45), AUX (used for Link Aggregation) - Management console port (RJ-45) - USB 2.0 (enabled via future software)
Dimensions (W x L x H)	8.3 x 8.3 x 2 in. (210.8 x 210.8 x 50.8 mm)
Weight	3.12 lb (1.41 kg)

Message Type	LED State	Message Meaning
Association status	Chirping Green	Normal operating condition, but no wireless client associated
	Green	Normal operating condition, at least one wireless client association
Boot loader status	Green	Executing boot loader
Boot loader error	Red	Boot loader signing verification failure
Access point regulatory domain priming status	Blinking Amber	AP priming to a new regulatory domain by Neighbor Discovery Protocol (NDP), in progress
	Cycling Red, Green and off	AP waiting to be primed
	Chirping Red	AP primed to a wrong regulatory domain
Operating status	Blinking amber	Software upgrade in progress
	Cycling through green, red, and amber	Discovery/join process in progress
	Rapidly cycling through red, green, amber, and off.	Access point location command invoked from controller web interface.
Access point operating system errors	Cycling through red, green, amber, and off	General warning; insufficient inline power

Figure 2 shows AIR-AP1852I Ports and Connections.

5.4.3. Anexo 3: Cisco Catalyst 9115

Table 1. Features and benefits of Cisco Catalyst 9115AX Series

Feature	Benefits
802.11ax (Wi-Fi 6)	The IEEE 802.11ax emerging standard, also known as High-Efficiency-Wireless (HEW) or Wi-Fi 6, builds on 802.11ac. It will deliver a better experience in typical environments and more predictable performance for advanced applications such as 4K or 8K video, high-density, high-definition collaboration apps, all-wireless offices, and IoT. 802.11ax is designed to use both the 2.4-GHz and 5-GHz bands, unlike the 802.11ac standard.
Uplink/downlink OFDMA	OFDMA-based scheduling splits the bandwidth into smaller chunks called Resource Units (RUs), which can be allocated to individual clients in both the downlink and uplink directions to reduce overhead and latency.
MU- MIMO technology	Supporting four spatial streams, MU-MIMO enables access points to split spatial streams between client devices, to maximize throughput.

Software	<ul style="list-style-type: none"> ● Cisco Unified Wireless Network Software Release 8.9 or later ● Cisco IOS ® XE Software Release 16.11 or later
Supported wireless LAN controllers	<ul style="list-style-type: none"> ● Cisco Catalyst 9800 Series Wireless Controllers ● Cisco 3500, 5520, and 8540 Series Wireless Controllers and Cisco Virtual Wireless Controller
802.11n version 2.0 (and related) capabilities	<ul style="list-style-type: none"> ● 4x4 MIMO with four spatial streams ● Maximal Ratio Combining (MRC) ● 802.11n and 802.11a/g beamforming ● 20- and 40-MHz channels ● PHY data rates up to 890 Mbps (40 MHz with 5 GHz and 20 MHz with 2.4 GHz) ● Packet aggregation: A-MPDU (transmit and receive), A-MSDU (transmit and receive) ● 802.11 Dynamic Frequency Selection (DFS) ● Cyclic Shift Diversity (CSD) support

5.4.4. Anexo 4: PDCA o Plan, Do, Check, Act para la actualización del sistema de gestión de la red inalámbrica WiFi del CTI-ESPOL

Mejora en la red inalámbrica del CTI ESPOL				
1.. Actualización de Equipos APs	Niveles de cumplimiento			
	Alto	Medio	Bajo	Insuf.
Definición de ubicación de nuevos APs	X			
Configuración de nuevos APs	X			
Validación de conectividad de nuevos APs	X			
Verificación general de funcionamiento de la red	X			
2.. Unificación de Controladora	Niveles de cumplimiento			
	Alto	Medio	Bajo	Insuf.
Configuración de controladora	X			
Agregación de nuevo AP a controladora	X			
Verificación de ambos modelos de AP en controladora	X			
3.. Pruebas de conectividad y cobertura	Niveles de cumplimiento			
	Alto	Medio	Bajo	Insuf.
Pruebas de conectividad en planta baja de CTI	X			
Pruebas de conectividad en planta alta de CTI	X			
Pruebas de cobertura en planta baja de CTI	X			
Pruebas de cobertura en planta alta de CTI	X			
2.. Evaluación general de rendimiento de red	Niveles de cumplimiento			
	Alto	Medio	Bajo	Insuf.
Evaluar la conectividad y estabilidad de la red	X			
Verificación de conexión constante en zonas clave	X			
Verificación de conectividad de equipos de trabajo	X			
Evaluación de rendimiento en los nuevos APs	X			