



**CARRERA EN TECNOLOGÍA SUPERIOR EN REDES Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

**“ESTUDIO DE UN SISTEMA DE REDES POR WIRE LINE  
COMMUNICATION CON EL EXTENSOR DE RED TL-WPA 7517  
PARA LA DOTACIÓN DE INTERNET MEDIANTE LA RED  
ELÉCTRICA EN EL CAMPUS RAMÍREZ DÁVALOS DEL  
INSTITUTO TECNOLÓGICO INTERNACIONAL ITI”**

Proyecto Integrador de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior  
en Redes y Telecomunicaciones

**AUTORES:**

Christian Adrián Aguirre Romero  
Chachalo Sandoval Francisco José

**DIRECTOR:**

Ing. Gustavo Ramírez MSc.

D.M. Quito, 26 de enero del 2024

## DEDICATORIA

A Dios por permitirnos tener una familia que siempre nos apoyó en decisión de poder estudiar esta carrera que nos gusta y que nos ha preparado para nuestra carrera laboral a futuro, también agradecer a nuestras madres que siempre nos apoyaron y fueron nuestras compañeras de vida para seguir adelante con este proyecto.

Este proyecto está dedicado también para todas las personas que creen en nosotros y nunca han perdido las esperanzas de que podemos lograr grandes metas.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra familia, y deseamos expresar que los queremos mucho y estamos orgullosos de tenerlos a nuestro lado. Queremos agradecer también a nuestros maestros quienes nos han guiado con sus conocimientos y enseñanza, a que cada día aprendemos más y que los desafíos que para nosotros son imposibles, los realizamos con esfuerzo.

Un agradecimiento especial al instituto Tecnológico Internacional por permitirnos ser parte su vida institucional y por su magnífico trabajo en la formación integra de su estudiantado.

## AUTORÍA

Nosotros, Aguirre Romero Christian Adrián y Chachalo Sandoval Francisco José, autores del presente informe, nos responsabilizamos por los conceptos, opiniones y propuestas contenidos en el mismo.

Atentamente,

Francisco José Chachalo Sandoval

Christian Adrián Aguirre Romero

Quito, 26 de enero del 2024

**GUSTAVO RAMIREZ**  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CERTIFICA**

Haber revisado el presente informe de investigación, que se ajusta a las normas institucionales y académicas establecidas por el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, de Quito, por tanto, se autoriza su presentación final para los fines legales pertinentes.

**Ing. GUSTAVO RAMIREZ Msc.**

Quito, 26 de enero del 2024

## DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA

Nosotros, Francisco José Chachalo Sandoval y Christian Adrián Aguirre Romero declaramos ser autores del Trabajo de Investigación con el nombre “Estudio de un sistema de redes porwer line communication con el extensor de red tl-wpa 7517 para la dotación de internet mediante la red eléctrica en el campus Ramírez Dávalos del Instituto Tecnológico Internacional ITI”, como requisito para optar al grado de Tecnólogo Superior en Redes y Telecomunicaciones y autorizo al Sistema de Bibliotecas del Instituto Tecnológico Internacional, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios del Repositorio Digital Institucional podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales el Instituto Tecnológico Internacional tenga convenios. El Instituto Tecnológico Internacional no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y el Tecnológico Internacional Universitario, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los .... días del mes de ..... de 2023, firmo conforme: Conste por el presente documento la cesión de los derechos en trabajo fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA: El Ing. Gustavo Ramírez MSc. y por sus propios derechos en calidad de Director del trabajo fin de carrera; y los Sres. Francisco José Chachalo Sandoval y Christian Adrián Aguirre Romero por sus propios derechos, en calidad de autor del trabajo fin de carrera.

SEGUNDA:

UNO.- Los Sres. Francisco José Chachalo Sandoval y Christian Adrián Aguirre Romero realizaron el trabajo fin de carrera titulado: Estudio de un sistema de redes porwer line communication con el extensor de red tl-wpa 7517 para la dotación de internet mediante la red eléctrica en el campus Ramírez Dávalos del Instituto Tecnológico Internacional ITI, para optar por el título de, Tecnólogo Superior en Redes y Telecomunicaciones en el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, bajo la dirección de Ing. Gustavo Ramírez MSc.

DOS.- Es política del Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, que los trabajos fin de carrera se aplique, se materialicen y difundan en beneficio de la comunidad.

TERCERA: Los comparecientes, Ing. Gustavo Ramírez MSc., en calidad de director del trabajo fin de carrera y los Sres. Francisco José Chachalo Sandoval y Christian Adrián Aguirre Romero como autora del mismo, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en el trabajo fin de Carrera titulado: Estudio de un sistema de redes porwer line communication con el extensor de red tl-wpa 7517 para la dotación de internet mediante la red eléctrica en el campus Ramírez Dávalos del Instituto Tecnológico Internacional ITI, y conceden autorización para que el ITI pueda utilizar este trabajo en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

CUARTA: aceptación: las partes declaradas que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derecho.

Ing. Gustavo Ramírez MSc.

Sres. Francisco José Chachalo Sandoval

Christian Adrián Aguirre Romero

Quito, 26 de enero del 2024

## INDICE

ÍNDICE DE TABLA .....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
INTRODUCCIÓN .....	14
Nombre del proyecto.....	14
Antecedentes .....	14
Marco contextual.....	16
Definición del problema.....	17
Objetivos General .....	18
Objetivos Específicos.....	18
Justificación .....	18
HIPÓTESIS .....	19
Síntesis de la introducción.....	19
CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	20
Generación de Energía Eléctrica .....	20
Energía Eléctrica .....	21
¿Qué es voltaje? .....	21
Tipos de voltaje:.....	21
Ondas Electromagnéticas .....	22
Frecuencia.....	23
Amplitud.....	1
Potencia.....	2
Tecnología de Trasmisión.....	3
Redes de alto Voltaje .....	3
Redes de Medio Voltaje.....	4
Redes de baja Tensión .....	5
¿Qué es Velocidad de internet?.....	6
¿Qué es Ancho de Banda?.....	6
Power Line Communication (PLC).....	7
Estructura de la red PLC .....	9
Sistema Outdoor o de acceso directo.....	9
Sistema Indoor o In-home.....	10

Funcionamiento de PLC.....	11
Métodos de transmisión .....	12
Frecuencia.....	12
PLC y el Modelo OSI.....	13
Capa Física.....	14
Capa Enlace de Datos.....	15
Repetidor Wi-Fi .....	16
Modelo que se Usará en el Estudio .....	18
Descripción PLC TPLINK TL-WPA7517.....	18
Detalles Específicos de PLC TPLINK TL-WPA7517 .....	19
Red de Área Local.....	20
Ethernet.....	21
UTP.....	22
Que es WLAN.....	23
Características de WLAN .....	24
Normativa 802.11 a/ac/n .....	25
Acceso a Internet.....	27
Priorización de Paquetes .....	28
Fundamentación Legal .....	29
Síntesis del capítulo .....	30
CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO.....	31
Metodología.....	31
Tipos de investigación.....	31
Técnicas e instrumentos de investigación.....	32
PRESENTACIÓN DE DATOS .....	32
Presentación gráfica, análisis e interpretación de resultados obtenidos. ....	32
Resultado de la encuesta aplicada .....	39
<i>Encuestas realizadas.</i> ....	44
Resultado de encuesta .....	45
Resultados Obtenidos de la Señal y Potencia .....	46
Análisis e interpretación de resultados .....	48
Síntesis del capítulo .....	49

CAPÍTULO III: PROPUESTA.....	50
Descripción de la propuesta .....	50
Viabilidad.....	50
Impacto .....	51
Desarrollo de la propuesta.....	51
<i>Diseño Eléctrico</i> .....	52
Simulación de red WLAN con PLC.....	56
Mapa de Calor Tercer y Segundo Piso .....	61
Mapa de Calor Área de Gastronomía.....	65
Mapa de calor Parquederos.....	71
Elaboración de maqueta para estudio de PLC .....	72
Síntesis del capítulo .....	79
CONCLUSIONES .....	80
RECOMENDACIONES .....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS .....	86
Resultados 4to Piso .....	86
Resultados de Test de Potencia en Distintas Áreas .....	88

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1</b> <i>Características de componentes.</i> .....	19
<b>Tabla 2</b> <i>Distintos Protocolos de la normativa 802.11.</i> .....	26
<b>Tabla 3</b> <i>Mediciones Cuarto Piso.</i> .....	33
<b>Tabla 4</b> <i>Mediciones Tercer Piso.</i> .....	34
<b>Tabla 5</b> <i>Mediciones Segundo Piso.</i> .....	35
<b>Tabla 6</b> <i>Mediciones Área de Gastronomía.</i> .....	37
<b>Tabla 7</b> <i>Mediciones Área Parquaderos.</i> .....	38
<b>Tabla 8</b> <i>Cuántos dispositivos conecta a la Red del ITI.</i> .....	39
<b>Tabla 9</b> <i>Cómo conecta sus dispositivos a internet.</i> .....	40
<b>Tabla 10</b> <i>Para qué utiliza sus equipos conectados a la Red del ITI.</i> .....	41
<b>Tabla 11</b> <i>Señal de internet es deficiente en el campus Ramírez Dávalos.</i> .....	41
<b>Tabla 12</b> <i>Sabe de qué trata la tecnología Powerline communication “PLC”.</i> .....	42
<b>Tabla 13</b> <i>Dispositivo que le permita conectarse a internet desde cualquier área del Instituto.</i> .....	43
<b>Tabla 14</b> <i>Análisis de encuestas realizadas.</i> .....	44
<b>Tabla 15</b> <i>Salones con mejor funcionamiento de Power Line.</i> .....	48
<b>Tabla 16</b> <i>Áreas donde Deberían Implementarse PLC.</i> .....	48
<b>Tabla 17</b> <i>Materiales de la Maqueta.</i> .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Descripción de generación de energía a través de las plantas eléctricas. ....	20
<b>Figura 2</b> Voltaje eléctrico. ....	22
<b>Figura 3</b> Ejemplo de frecuencia. ....	1
<b>Figura 4</b> Esquema de amplitud. ....	2
<b>Figura 5</b> Niveles de red de voltaje. ....	6
<b>Figura 6</b> Red PLC dentro de un hogar. ....	8
<b>Figura 7</b> Sistema PLC Outdoor. ....	9
<b>Figura 8</b> Capas de la red PLC. ....	11
<b>Figura 9</b> Funcionamiento de los diferentes sistemas. ....	12
<b>Figura 10</b> Distribución de frecuencia para PLC según la ETSI. ....	13
<b>Figura 11</b> Modelo y referencias OSI. ....	14
<b>Figura 12</b> Protocolo de la tecnología PLC. ....	16
<b>Figura 13</b> Repetidor Wi-Fi. ....	17
<b>Figura 14</b> Receptor y transmisor PLC. ....	18
<b>Figura 15</b> Red LAN con dispositivos conectados. ....	21
<b>Figura 16</b> Ethernet Network. ....	22
<b>Figura 17</b> Estructura de cable UTP. ....	23
<b>Figura 18</b> Redes inalámbricas. ....	25
<b>Figura 19</b> Modulo Clasificador de servicio. ....	28
<b>Figura 20</b> Estadísticas Cuarto Piso. ....	34
<b>Figura 21</b> Estadísticas Tercer Piso. ....	35
<b>Figura 22</b> Estadísticas Segundo Piso. ....	36
<b>Figura 23</b> Estadísticas Área Gastronomía. ....	38
<b>Figura 24</b> Estadísticas Área Parqueadero. ....	39
<b>Figura 25</b> Cuántos dispositivos conecta a la Red del ITI. ....	40
<b>Figura 26</b> Cómo conecta sus dispositivos a internet. ....	40
<b>Figura 27</b> Para qué utiliza sus equipos conectados a la Red del ITI. ....	41
<b>Figura 28</b> Señal de internet es deficiente en el campus Ramírez Dávalos. ....	42
<b>Figura 29</b> Sabe de qué trata la tecnología Powerline communication “PLC”. ....	43
<b>Figura 30</b> Dispositivo que le permita conectarse a internet desde cualquier área del Instituto. ....	43

## RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolló una investigación sobre los principios que gobiernan la tecnología Power Line Communication (PLC), luego se realizaría un diseño de red para su aplicación en un ambiente educativo. Esta tecnología efectúa una transmisión de datos, a través del sistema eléctrico, que ofrece un potencial en la conectividad en edificios y campus educativos. Los pasos que se llevaron a cabo en esta investigación fueron exhaustivos, al conocer las ventajas y desafíos de esta tecnología, así como de su aplicación en los espacios educativos. Posteriormente se realizaron mediciones en diferentes espacios tales como: Edificio Ramírez Davalos, Facultad de Gastronomía y Parqueaderos, para conocer la conectividad de internet y comunicación en tiempo real disponible para los estudiantes y el personal; por ello diversos aspectos se evaluaron y tomaron en cuenta como: la velocidad de transmisión de datos, la estabilidad de la red y de latencia.

Se realizaron pruebas en campo con el equipo TL-WPA 7517, los resultados demostraron que la tecnología PLC puede ser una solución efectiva y rentable para mejorar la conectividad en los espacios educativos, podemos destacar la importancia de explorar tecnologías emergentes para abordar las necesidades de conectividad en el sector educativo y ofrece un caso de estudio relevante para futuras implementaciones de PLC en contextos similares.

***Palabras claves:***

- Power Line.
- Red Eléctrica.
- Ruido Eléctrico (Interferencia)
- Modem PLC
- Transmisión de datos a través de la red eléctrica

## INTRODUCCIÓN

### **Nombre del proyecto**

“ESTUDIO DE UN SISTEMA DE REDES POWER LINE COMMUNICATION CON EL EXTENSOR DE RED TL-WPA7517 PARA LA DOTACIÓN DE INTERNET MEDIANTE LA RED ELÉCTRICA EN EL CAMPUS RAMIREZ DAVALOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO INTERNACIONAL ITI”

### **Antecedentes**

En la actualidad, todo el mundo depende del uso del internet para llevar a cabo varias actividades y tareas cotidianas, sean personas, empresas y grandes corporaciones. Internet se ha transformado en una herramienta necesaria ya que permite mantener una constante comunicación y acceso a la información. Se utilizan varias aplicaciones que a través del internet se puede estudiar, jugar, mantener una conversación por videoconferencia, y actividades más complejas como crear y ejecutar negocios, ya sea a nivel internacional o local.

Con la llegada de las altas velocidades de Internet a finales de los noventa, la tecnología PLC surgió como una solución alternativa para acceder a las redes de telecomunicaciones convencionales basadas en la línea telefónica de cobre. La información (datos, voz y video) se transmitió a través del cable de cobre y en las redes eléctricas se utiliza el mismo medio de transmisión, lo que significa que el mundo tiene acceso a Internet de alta velocidad. (ENCALADA, 2008)

Las empresas de energía han realizado una investigación y han mejorado su capacidad para ofrecer el servicio de internet. A finales del año 2004, Iberdrola y

Endesa en España comenzaron a comercializar el servicio de internet mediante energía eléctrica. (Escobar y José Menéndez Sánchez, 2006)

En nuestro país, la voz y los datos se transmiten a través de una línea de transmisión de alto voltaje, principalmente en forma analógica, con una tasa de bits baja, para reproducción remota y control remoto. (Encalada, 2008)

A nivel local, para dotar de internet a un edificio se necesita de una infraestructura y dispositivos que brindan cobertura a una determinada área, las redes depende de la tecnología utilizada, existen medios de transmisión que transportan los datos vía cableada e inalámbrica, estos últimos se ven afectados por factores externos, la distancia o paredes con demasiado grosor, cuando las señales que emiten los dispositivos transmisores son demasiado débiles, no llegan a cubrir ciertas zonas, aquí se puede aplicar la tecnología Power Line Communications. (Escobar y José Menéndez Sánchez, 2006).

En el artículo llamado "Comunicaciones a través de la red eléctrica PLC" se explica cómo funciona la tecnología PLC y cómo puede transmitir datos de banda ancha a través de una red eléctrica. También explica cómo conectarse a dispositivos previamente instalados para compartir una conexión a Internet en determinadas áreas. (Serna, 2023)

El 26 de febrero de 2007, la empresa eléctrica de Quito convocó a concurso de operadores para brindar servicios de comunicaciones soportadas sobre la infraestructura de EEQ S.A utilizando tecnología BPL o PCL. Esto demuestra su

interés en desarrollar esta tecnología como una red de acceso utilizando su propia tecnología. Sistema de distribución.

La infraestructura de EEQ S.A. disponible para proporcionar los siguientes servicios de telecomunicaciones:

- Conductores de red de baja y media tensión para la implementación de plataformas de operador BLP o CPL.
- Los operadores pueden instalar puntos de presencia, centros de control, nodos, salas de equipos y otros recursos con la ayuda de la infraestructura civil. (subestación, organización, etc.)

En Ecuador, en 2008 se llevó a cabo un "Estudio y Diseño de una red LAN para voz y datos utilizando tecnología Power Line Communications (PLC) como alternativa al cableado estructurado para un edificio de oficinas". Se determinó que la tecnología PLC es una excelente opción para aplicaciones de audio y video debido a sus velocidades de 200 Mbps. Con este proyecto, se logró idear esta tecnología en el campo de redes de datos, donde aún no ha sido investigado (ENCALADA, 2008)

### **Marco contextual**

Power Line está al alcance de empresas pequeñas como de corporaciones grandes en el Ecuador, el uso de esta tecnología representa un gran beneficio en el ahorro de recursos.

A nivel empresarial y profesional una solución de Power Line permite una red Wifi con mayor cobertura en el área de la empresa, incluso llegando a rincones donde

la señal normalmente no llegaría como serían los sótanos o bodegas, dando un ahorro de inversión en recursos de repetidores en toda la empresa.

En el Instituto Tecnológico Universitario, a falta de un sistema que brinde cobertura de internet a toda la edificación del campus Ramírez Dávalos, se llevará un estudio de investigación sobre la tecnología (PLC) para luego sacar conclusiones de la calidad de internet y proponer la implementación de una red con “Power Line” en base al cableado eléctrico del edificio.

### **Definición del problema**

Las opciones que ofrece el mercado para implementar redes de voz y datos son varias, estas redes por lo general son mixtas, esto implica que parte de la infraestructura es cableada para interconectar equipos como routers o switches, y la parte inalámbrica por lo general interconecta terminales de usuario final.

Los dispositivos que soportan la tecnología Power Line Communications, se pueden utilizar para transportar datos por medio de las redes eléctricas domiciliarias o de un edificio, en una red eléctrica correctamente implementada se pueden inyectar tráfico de datos, un usuario podrá conectarse a internet desde cualquier lugar de un edificio siempre que tenga acceso a un tomacorriente.

Se debe tener en cuenta que no en todos los espacios del campus Ramírez Dávalos del Instituto ITI se tiene acceso a la red interna, tener un sistema PLC ayuda a las personas a conectarse a internet desde cualquier lugar del campus por medio de la red eléctrica.

**Objetivos General**

Estudiar un sistema de transmisión de datos en base a la tecnología Power Line Communication (PLC) adaptable a las necesidades del campus Ramírez Dávalos del Instituto Tecnológico Internacional ITI.

**Objetivos Específicos**

Investigar las características de la tecnología PLC y sus principios de funcionamiento.

Medir la cobertura de acceso a internet en el campus Ramírez Dávalos con la actual infraestructura de red.

Desarrollar una propuesta para la implementación de una red PLC en el campus Ramírez Dávalos.

**Justificación**

La Tecnología de Power Line Communications permite a una empresa tener una mejor experiencia de conectividad en toda su edificación sin necesidad de cablearla por completo, mejorando la comunicación de los usuarios.

Es necesario estudiar las bases de funcionamiento de la tecnología PLC, para ello se implementará una maqueta en el laboratorio de la carrera Redes y Telecomunicaciones.

Para el correcto funcionamiento de una red PLC, es necesario tener un buen diseño del sistema eléctrico en una edificación, mediante el software Autocad se diseñará una propuesta del sistema eléctrico para el edificio Ramírez Dávalos, en el

cual se podrá implementar la tecnología PLC para acceder a internet desde cualquier punto eléctrico.

### **HIPÓTESIS**

La propuesta para la implementación de una red PLC en el campus Ramírez Dávalos, mejorará el acceso a los servicios de internet.

### **Síntesis de la introducción**

En este capítulo se abarcaron antecedentes tanto de la tecnología Power Line como de empresas y sectores donde se han realizado pruebas de funcionamiento para el aprovechamiento de la tecnología del PLC, proporcionando también los objetivos a desarrollar a lo largo de esta investigación y a lo que se espera llegar al finalizar con este proyecto.

## CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La tecnología PLC no es completamente nueva, se utilizó por primera vez en el año 1950 y tenía una frecuencia de 10 Hz y una potencia de 10 KW. Solo tenía comunicación en un sentido y podía controlar líneas eléctricas y relés remotamente. (Historia Voip, 2022)

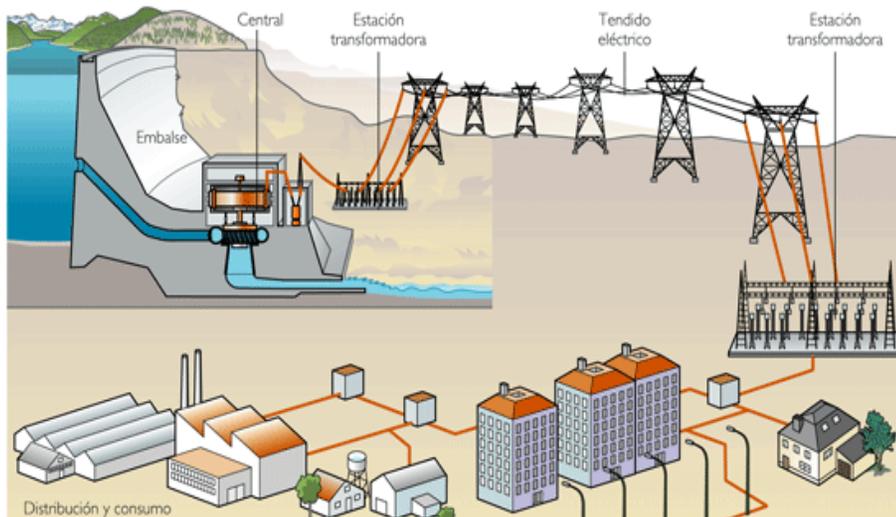
La investigación sobre el uso de la red eléctrica como medio de transmisión de datos comenzó en 1980. Las primeras pruebas de transmisión de señales de datos bidireccionales a través de la red comenzaron en 1997. (Historia Voip, 2022)

### Generación de Energía Eléctrica

Las centrales eléctricas son instalaciones que utilizan una fuente de energía primaria para impulsar una turbina, que a su vez impulsa un alternador, generando así electricidad.

#### Figura 1

*Descripción de generación de energía a través de las plantas eléctricas.*



*Nota.* La figura indica el sistema de generación eléctrica y su distribución hasta el usuario final. (Bobadilla,2020)

## **Energía Eléctrica**

Los sistemas eléctricos utilizan principalmente corriente alterna e históricamente han operado con dos frecuencias diferentes en todo el planeta, dependiendo de la región. Por ejemplo, el continente europeo tiene una frecuencia de 50 Hz, mientras que los Estados Unidos y los territorios predominantes tienen una frecuencia de 60 Hz. En ocasiones, esto dificulta la transferencia de energía a través de las fronteras, como sucede en América del Sur, donde ciertos territorios operan a 50 Hz (Bolivia, Argentina) mientras que los países vecinos operan a 60 Hz (Perú, Brasil). (Planas,2021)

### **¿Qué es voltaje?**

El voltaje, también conocido como diferencia de potencia eléctrica, es una medida de la energía eléctrica presente en un circuito eléctrico. La cantidad de energía necesaria para mover una unidad de carga eléctrica de un punto en el circuito a otro se mide en voltios (v).

La cantidad de fuerza que empuja a los electrones a través de un circuito eléctrico se conoce como voltaje, que se puede comparar con la presión del agua en un tubo. Cuanto mayor sea el voltaje, más fuerza ejerce sobre los electrónicos y más corriente eléctrica entrará en el circuito. Los dispositivos eléctricos y electrónicos se alimentan con volumen y se pueden controlar las resistencias, interruptores y otros componentes del circuito. (Leskow, 2022)

### **Tipos de voltaje:**

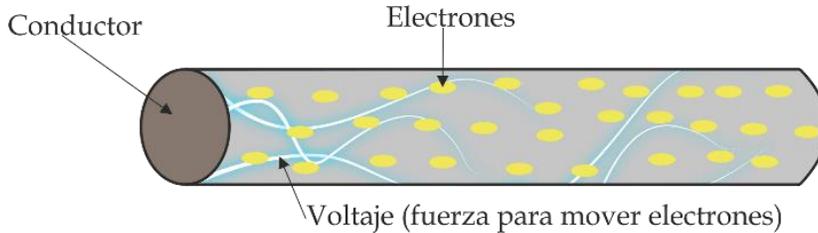
1. Voltaje alterno.

2. Voltaje continuo.

3. Voltaje inducido.

**Figura 2**

*Voltaje eléctrico.*



*Nota.* Forma cónica para representar un conductor eléctrico común, mientras que los puntos amarillos representan los electrones y las líneas onduladas azules representan la fuerza ejercida por el voltaje que mueve los electrones del punto A al punto B.

(Espacio Honduras,2023)

**Ondas Electromagnéticas**

Las ondas electromagnéticas son ondas de energía que viajan por el espacio sin un medio material. Se distinguen por tener una componente eléctrica y una componente magnética que se relacionan entre sí y cambian de forma sinusoidal en el tiempo. Las radiaciones como la luz visible, las ondas de radio, los rayos X y los rayos gamma son ejemplos de ondas electromagnéticas. Las tecnologías como la comunicación inalámbrica, la televisión, la radio y la medicina utilizan ampliamente estas ondas.

Las ondas electromagnéticas, que son ondas de energía, tienen la capacidad de viajar libremente por el espacio sin material. Los componentes están conectados entre sí y cambian en el tiempo de manera sinusoidal. Las ondas electromagnéticas son

ondas de radio, rayos X, rayos gamma, luz visible y otros tipos de radiación. Las áreas técnicas como las comunicaciones inalámbricas, la televisión, la radio y la medicina utilizan ampliamente esta onda. (Sicnificados.com,2023)

### **Frecuencia**

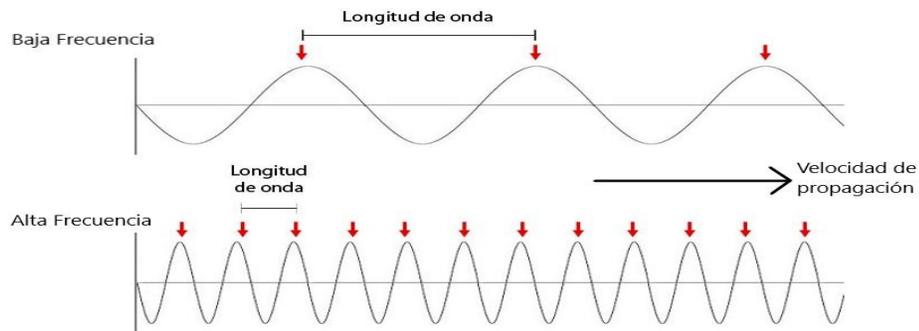
La frecuencia es la cantidad de ciclos o repeticiones de un evento en un período de tiempo determinado. La frecuencia se usa en electricidad y electrónica para describir la cantidad de veces que una onda eléctrica o electromagnética se repite en un segundo.

El hercio (Hz), que se define como un ciclo por segundo, es la unidad de medida de la frecuencia. Por ejemplo, la frecuencia de una onda eléctrica es de 1 hercio si completa un ciclo completo de cresta a cresta en un segundo.

Muchos fenómenos diferentes se denominan frecuencia, como la vibración de un objeto, la rotación de un motor eléctrico, la oscilación de un péndulo y la señal de una onda de radio, entre otros. La frecuencia es una medida crucial para el diseño y operación de circuitos y dispositivos en sistemas eléctricos y electrónicos porque afecta la velocidad y precisión de la transmisión y recepción de señales y datos. (Lesk, 2022)

### Figura 3

*Ejemplo de frecuencia.*



*Nota.* La longitud de onda es un concepto en física. Las ondas periódicas tienen una longitud de onda que es la distancia entre dos puntos donde la onda se repite.

(Lesk.2022)

### Amplitud

Cada onda, independientemente del tipo, tiene una amplitud. El desplazamiento máximo de los puntos en una onda, que se puede definir como un grado o intensidad de cambio, se conoce como amplitud.

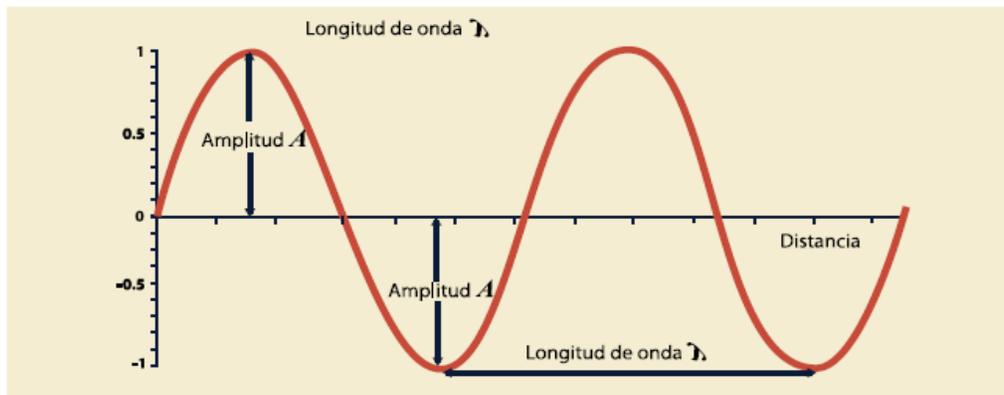
La longitud de onda y la amplitud, que son la distancia entre dos puntos secuenciales similares en la onda, se muestran en el diagrama. La longitud de onda es comparable a la distancia entre dos picos o valles cercanos. En otras palabras, la longitud de onda es la cantidad de tiempo que lleva completar el ciclo de onda.

1. Una onda transversal La amplitud, como una onda de luz o una onda en una cuerda, se mide como la distancia máxima desde la cresta de la onda hasta su punto medio.
2. Onda de longitud. La amplitud de una onda de sonido se mide como la variación máxima en la presión del medio en el que se propaga.

La amplitud es un indicador de la cantidad de energía que transporta una onda; una onda con mayor amplitud transporta más energía. Por lo tanto, la amplitud es una característica crucial de las ondas y se utiliza para describir una variedad de fenómenos físicos. (Cruzito, 2020)

#### Figura 4

*Esquema de amplitud.*



*Nota.* La Figura indica que el ciclo completo del fenómeno se puede interpretar como comenzando desde la máxima amplitud positiva hasta la siguiente máxima amplitud positiva, ya que se puede pensar que es allí donde comienza de nuevo el fenómeno.

La longitud de onda es la distancia física que existe entre esos dos centros.

(ViaSatelital,2023)

#### Potencia

La tasa a la cual se transfiere la energía eléctrica se conoce como potencia eléctrica. Es la cantidad de energía eléctrica producida o consumida por unidad de tiempo. Se expresa en vatios (W) y se encuentra dividiendo la corriente eléctrica (I) por la diferencia de potencial eléctrico (V) entre dos puntos en un circuito:

- La corriente eléctrica (I) se divide por la diferencia de potencial eléctrico (V).

También puede expresarse en términos de resistencia eléctrica (R) como:

- La corriente eléctrica (I) = Potencia eléctrica (P). Resistencia eléctrica (R) de dos veces.

La potencia eléctrica indica la cantidad de trabajo que puede realizar un circuito eléctrico en un período de tiempo determinado y es por eso que es importante. Una bombilla de 60 vatios consume 60 joules de energía eléctrica por segundo y produce 60 joules de luz y calor por segundo, por ejemplo. El cálculo de la potencia eléctrica también es importante para determinar la eficiencia de un dispositivo o sistema eléctrico completo. (Planas, 2021)

### **Tecnología de Transmisión**

Los sistemas de suministro, que se componen de tres niveles de red, como se muestra en la Figura 19, pueden utilizarse como medio de transmisión para crear redes con tecnología PLC.

### **Redes de alto Voltaje**

La mayoría de las veces, este tipo de voltaje se utiliza para transportar electricidad a largas distancias. Es necesario aumentar el voltaje y reducir la fuerza que circula por las líneas para transportar electricidad a largas distancias, lo que puede evitar pérdidas de energía por calentamiento de cables conductores y fenómenos electromagnéticos. Este es el tipo de red eléctrica.

- Primera Categoría. La tensión nominal es de 66 kV o más y menos de 220 kV. y los voltajes estándar son 110 kV, 132 kV, 150 kV.

- Segunda Categoría. Tensión nominal superior a 30kV y hasta 66kV. Y los voltajes estándar son 45 kV y 66 kV.
- Tercera Categoría. Es la denominada media tensión.

De acuerdo con la legislación, un montaje de alta tensión es aquellas que produce, conduce, modifica, reparte o maneja energía eléctrica en tensiones superiores a 1.000 V nominales.

### **Redes de Medio Voltaje**

La media tensión se sitúa típicamente en el rango de 1 kV (kilovoltio) a 69 kV, aunque pueden existir variaciones en diferentes sistemas y regiones. La electricidad generada en las plantas de energía se transporta inicialmente por medio de una hilera de transmisión de alta tensión (que operan en voltajes superiores a la media tensión) para cubrir largas distancias y minimizar las pérdidas de energía en el proceso. Sin embargo, una vez que la electricidad llega a las áreas urbanas o zonas de consumo, se necesita reducir la tensión a niveles más seguros y adecuados para la distribución a los hogares, las empresas y otras instalaciones.

En la distribución de electricidad a través de la media tensión, se utilizan transformadores para reducir el voltaje a niveles de baja tensión antes de que la electricidad llegue a los consumidores finales. Los transformadores de distribución se instalan en postes o en subestaciones eléctricas para realizar esta reducción de tensión.

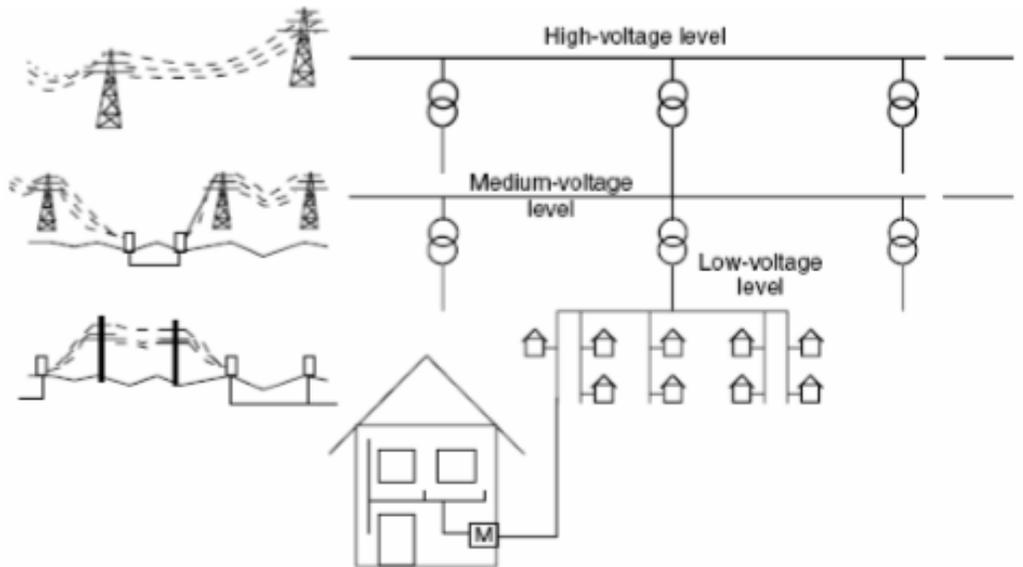
Es importante tener en cuenta que las normas y regulaciones específicas sobre la distribución de electricidad varían según el país y la región. Los estándares de

seguridad y los niveles de tensión utilizados pueden ser diferentes en distintos lugares.

### **Redes de baja Tensión**

La mayoría de los dispositivos electrónicos utilizan bajo voltaje, que es menos peligroso que el alto o el medio voltaje. Sin embargo, los equipos suelen estar protegidos por cortacorrientes y diferenciales en la entrada de la casa para evitar accidentes y aumentar la seguridad.

Además, es imperativo que las instalaciones de baja tensión sean operadas y manejadas por profesionales calificados. Por último, pero no menos importante, el establecimiento de instalaciones de baja tensión demanda un proceso de validación. Servicios de energía para un limitado número de consumidores (tarifa 2.0 o 2.1). B. El alumbrado público o privado no tiene alta tensión. (Euroinnova Business School, 2022)

**Figura 5***Niveles de red de voltaje.*

*Nota.* Las redes de distribución en baja tensión están formadas por el conjunto de cables subterráneos y los centros de distribución, y son responsables de llevar la energía eléctrica a los clientes finales.

### ¿Qué es Velocidad de internet?

La velocidad con la que se transfiere y reciben la información por medio de una conexión en Internet se conoce como velocidad de Internet. El tipo de enlace, el proveedor de servicios de Internet (ISP) y la ubicación geográfica afectan la medida de megabits por segundo (Mbps). (Xfinity,2023)

### ¿Qué es Ancho de Banda?

El ancho de banda es el número máxima de datos que una conexión en Internet puede transmitir en un tiempo determinado. Se mide en bits, kilobits,

megabits o gigabits por segundo. El ancho de banda, una medida de la velocidad de una conexión de red, es una medida de la capacidad de la red para transmitir datos.

Aunque con frecuencia se confunde con la velocidad de Internet, son conceptos distintos. El ancho de banda es la capacidad de transmitir en esa velocidad, mientras que la velocidad es la tasa a la que se pueden transmitir los datos.

(Verizon,2023)

### **Power Line Communication (PLC)**

Un sistema de prestación de servicios de telecomunicaciones llamado PLC (Power Line Telecommunications), también conocido como PLT (Power Line Telecommunications) o BPL (Broadband Power Line), es un sistema de prestación de servicios de telecomunicaciones mediante líneas de red eléctrica de baja y media tensión que tienen la capacidad de compartir conexiones a Internet mediante enchufes distribuidos en edificios. Debido a que los archivos de datos de audio y video son una alternativa a las tecnologías de acceso de banda ancha existentes, no afectan la fuente de alimentación. (Cañon, 2016)

**Figura 6**

*Red PLC dentro de un hogar*



*Nota.* Puede emplear cables existentes, como líneas de energía, cables coaxiales o pares trenzados, para establecer una red de comunicación a bajo costo.

La tecnología PLC transforma las redes eléctricas en líneas digitales de alta velocidad para la transmisión de datos, lo que permite, entre otras cosas, el acceso a Internet de banda ancha. La modulación de una onda portadora, que se inyecta en el cableado eléctrico doméstico del transmisor y oscila entre 20 y 200 kHz, permite que estos dispositivos funcionen mediante señales digitales. Las señales enviadas por el transmisor controlan cada receptor del sistema de control y tienen una dirección diferente.

Como los PLC utilizan una infraestructura ya instalada, un simple enchufe es todo lo que se necesita para conectarse, esta tecnología actualmente nos brinda una

alternativa a la banda ancha. Además, ofrece una conexión estable, numerosos servicios en la misma plataforma y es rápido. (Karystefa, 2013)

### Estructura de la red PLC

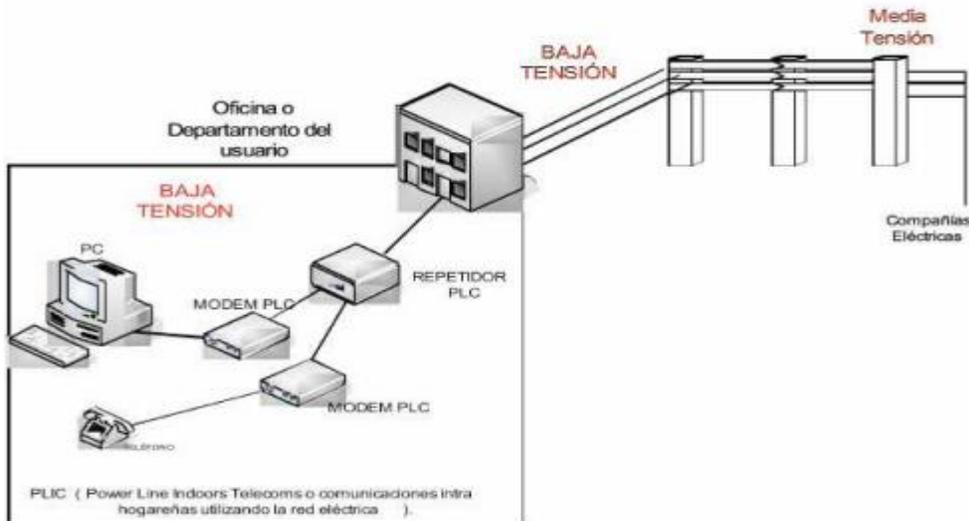
Los dos sistemas de la arquitectura de la red PLC se comunican entre sí a través de equipos repetidores:

#### *Sistema Outdoor o de acceso directo*

Cubre el tramo de la última milla de la red eléctrica, que va desde el medidor de energía eléctrica para esta tecnología hasta el lado de baja tensión del transformador de distribución, como se muestra en la Figura 7.

#### Figura 7

##### *Sistema PLC Outdoor*



*Nota.* Un sistema de acceso directo se refiere a la conexión directa a un sistema de línea a través de conexiones al aire libre, mientras que un punto de acceso de exterior es un dispositivo que se utiliza para extender la cobertura de una red Wi-Fi a áreas al aire libre.

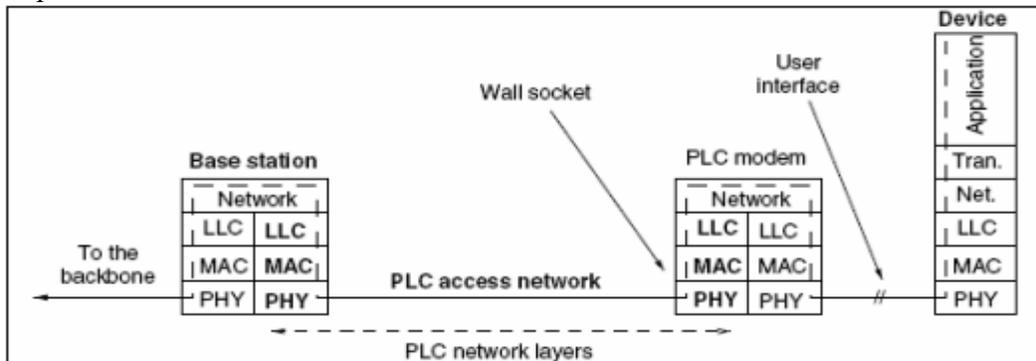
### ***Sistema Indoor o In-home***

Se encarga de cubrir el trayecto que va desde el medidor del usuario hasta la toma eléctrica en los hogares. El sistema transmite corriente eléctrica a los dispositivos del hogar o edificio.

La tecnología PLC permite a los participantes acceder a las redes a través de módems y estaciones base. El medio de transmisión del PLC y la interfaz de usuario se comunican a nivel de red. Las subcapas MAC y LLC reciben información de la capa física a través de la capa de enlace organizado utilizando los protocolos de la capa de red. La información se transmite desde las capas superiores hasta la capa de aplicación.

La Figura 8 muestra cómo, para los sistemas exteriores, la transmisión de datos entre la interfaz PLC y la red de distribución se realiza en la capa de red; para los sistemas interiores, la transmisión ocurre en la capa de red. entre la interfaz de usuario y la interfaz del módem PLC. Los dispositivos PLC y otras tecnologías de comunicación se conectan en la capa de red, que es estándar. (Parra, 2008)

**Figura 8**  
*Capas de la red PLC*



*Nota.* "indoor" se refiere a dispositivos, cables o sistemas diseñados para su uso en interiores, ya sea en el ámbito de las comunicaciones, la horticultura o el desarrollo de software.

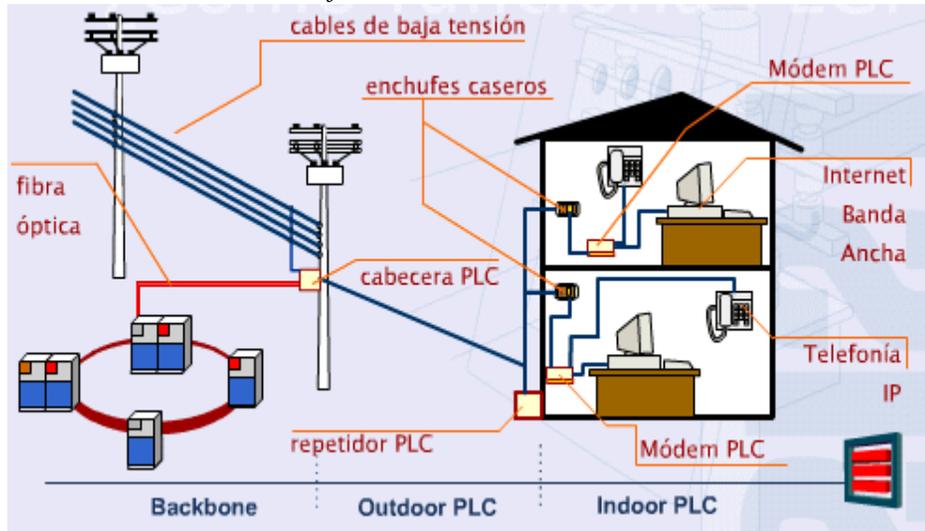
### **Funcionamiento de PLC**

Para transmitir la señal, se requiere una cabecera de módem en el centro de la subestación para la comunicación PLC a través de cables. Se instala un módem PLC (similar a ADSL) en la casa del usuario, lo que le permite acceder a equipos de transmisión de voz y datos como computadoras, teléfonos, impresoras y tal vez un sistema de alarma o aire acondicionado.

La estructura operativa de la tecnología de comunicación por línea eléctrica utiliza cables de baja tensión para transmitir datos desde el centro de transformación al cliente. En esencia, las líneas de baja tensión se convierten en una red de telecomunicaciones, con los enchufes de cualquier hogar u oficina convertidos en puntos de conexión.

**Figura 9**

*Funcionamiento de los diferentes sistemas.*



*Nota.* La tecnología PLC funciona mediante la transmisión de datos a través de la red eléctrica existente, y ofrece una amplia gama de funcionalidades para el control y la comunicación en diversos entornos.

### **Métodos de transmisión**

La banda ancha de la línea eléctrica tiene dos métodos de transmisión para transferir información a través de las líneas eléctricas.

1. Multiplexación ortogonal de división de frecuencia (OFDM). Utiliza una gran cantidad de operadores con un ancho de banda extremadamente limitado.
2. Espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS). Opera a baja densidad espectral de potencia. (Félix,2023)

### **Frecuencia**

La señal Power Line, que se utiliza para transmitir datos a través de la red eléctrica, tiene un rango de frecuencia que va desde 1,6 MHz hasta 30 MHz, equivale

a la frecuencia de la red eléctrica convencional de 50 a 60 Hz, lo que reduce significativamente la probabilidad de interferencia entre estos rangos. La Figura 10 muestra cómo se distribuye la frecuencia de PLC. (Parra, 2008)

### Figura 10

*Distribución de frecuencia para PLC según la ETSI.*

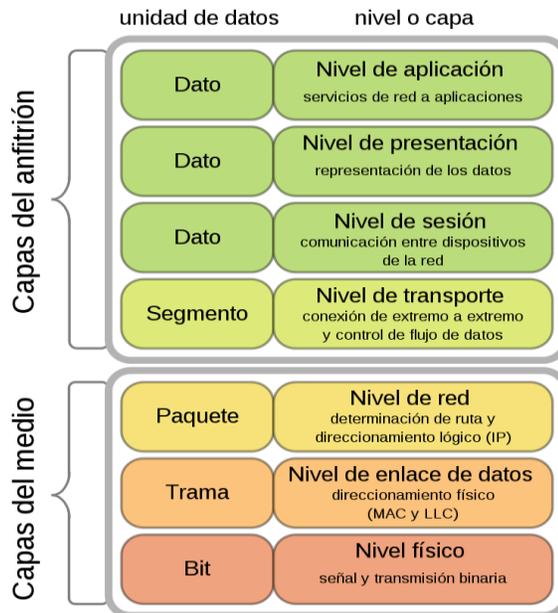


*Nota.* Los métodos de transmisión incluyen la transmisión por cable coaxial, fibra óptica, radio, línea eléctrica y conexiones inalámbricas, cada uno con sus propias ventajas y desventajas en términos de velocidad, interferencia y costo.

### PLC y el Modelo OSI

Para explicar cómo funcionan los sistemas de telecomunicaciones, los sistemas actuales utilizan el modelo de referencia OSI "Interconexión de sistemas abiertos", que fue promovido por ISO y define el método. El modelo de referencia contiene siete clases de sistemas de telecomunicaciones abiertos, es decir, la interfaz del sistema para comunicarse con otros sistemas. Estas capas se consideran con frecuencia bloques apilados, por lo que también se conocen como "pila de protocolos de sistemas de interconexión de redes". La capa 1 sería la capa física y la capa de enlace de datos, respectivamente, donde se utilizaría la tecnología PLC.

**Figura 11**  
*Modelo y referencias OSI.*



*Nota.* Un ejemplo del modelo que utiliza como guía para los protocolos de comunicación de las redes de computadoras.

### Capa Física

La capa física del modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI) es la primera. Es un modelo que ilustra cómo se comunican los datos en una red de computadoras. La transmisión de bits (unidades básicas de información) a través de medios físicos, como ondas de radio, fibra óptica y cables, está a cargo de la capa física.

La ventaja de la tecnología PLC, utiliza la infraestructura física ya instalada, cableado, como su asentamiento, sin embargo, los métodos de instalación de cables

físicos ahorran y hay restricciones que este medio no soporta, por lo que es necesario utilizar altas Velocidad de TX confiable y eficiencia espectral. (IONOS, 2023)

### **Capa Enlace de Datos**

La segunda capa del Modelo Open Systems Interconnection (OSI) es la capa de enlace de datos. Es un modelo de referencia que explica cómo funciona la comunicación de datos en una red de computadoras. La responsabilidad de establecer y mantener la conexión física entre dos dispositivos en una red y garantizar que los datos se transmitan correctamente entre ellos recae en la capa de enlace de datos.

Esta capa es responsable de funciones como control de acceso al medio, detección de errores, corrección de errores, detección de colisiones en redes LAN, control de flujo y gestión de direcciones MAC. Para garantizar que los datos lleguen a su destino de manera segura y eficiente, también se encarga de dividir los datos en paquetes y agregar información adicional, como encabezados y trailers. La transmisión confiable de datos en una red de computadoras depende de la capa de enlace de datos.

Los protocolos de capa 2 controlan principalmente el PLC. Los datos se organizan en esta capa en forma de paquetes lógicos que se transformarán. Los medios físicos reciben señales binarias y viceversa. Además, se debe identificar cada nodo de la red para que pueda comunicarse con una Dirección MAC. El PLC es completamente compatible con los estándares OSI y puede compartir conexiones con usuarios de Ethernet y otros estándares compatibles.

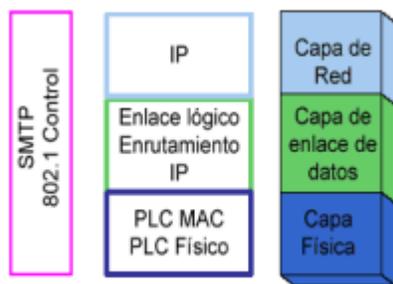
Hay dos aspectos a considerar al diseñar un MAC:

- No hay límite de distancia entre dos nodos.
- Dos nodos pueden transmitir simultáneamente.

En resumen, un dispositivo PLC tiene la capacidad de acceder a dos medios diferentes: Ethernet y PLC, lo que le permite crear su propio enlace lógico y enrutamiento IP. Los protocolos de control SMTP o 802.1 permiten el acceso o el control de los medios del dispositivo.

### Figura 12

*Protocolo de la tecnología PLC.*



*Nota.* La capa de enlace de datos es esencial para la transmisión de datos confiable y sin errores en una red de comunicaciones.

### Repetidor Wi-Fi

Un repetidor Wi-Fi, también conocido como extensor de rango Wi-Fi o amplificador de señal Wi-Fi, es un dispositivo que se utiliza para ampliar la cobertura de una red inalámbrica de internet existente. Su función principal es recibir la señal inalámbrica emitida por un enrutador Wi-Fi y retransmitirla para extender el alcance de la red.

El repetidor Wi-Fi no solo extiende la cobertura de la red, sino que también puede mejorar la calidad de la señal en áreas con interferencias o barreras físicas que pueden debilitar la señal, como paredes gruesas o pisos múltiples.

Es importante tener en cuenta que el uso de repetidores Wi-Fi puede afectar la velocidad y el rendimiento de la red. A medida que la señal se extiende, la velocidad de transferencia de datos puede disminuir. Además, cuanto más lejos esté el repetidor del enrutador, más débil será la señal y más lento será el rendimiento. Por lo tanto, es recomendable colocar el repetidor en un lugar estratégico para maximizar su efectividad. (Fernández, 2021)

**Figura 13**  
*Repetidor Wi-Fi*



*Nota.* La red inalámbrica puede alcanzar una cobertura de hasta 25 metros en áreas abiertas, Puede funcionar con redes de hasta 300 Mbps, Tiene un indicador para ayudarlo a decidir dónde debe colocarse. Incluye dos puertos LAN para conectar dispositivos sin red Wi-Fi como PC o televisores inteligentes. Incluye un cable Ethernet de 1 metro.

### **Modelo que se Usará en el Estudio**

PLC TPLINK TL-WPA7517

### **Descripción PLC TPLINK TL-WPA7517**

El TP-Link TL-WPA7517 es un kit de adaptador Powerline, utiliza su cableado eléctrico existente para extender su red doméstica. El kit incluye dos adaptadores que se conectan a los enchufes eléctricos y luego conectan sus dispositivos (por ejemplo, computadoras, consolas de juegos, etc.) a los adaptadores mediante cables Ethernet. Esto le permite extender su red a habitaciones o áreas de su hogar que pueden tener una cobertura Wi-Fi débil o nula. (tp-link, 2022)

### **Figura 14**

*Receptor y transmisor PLC.*

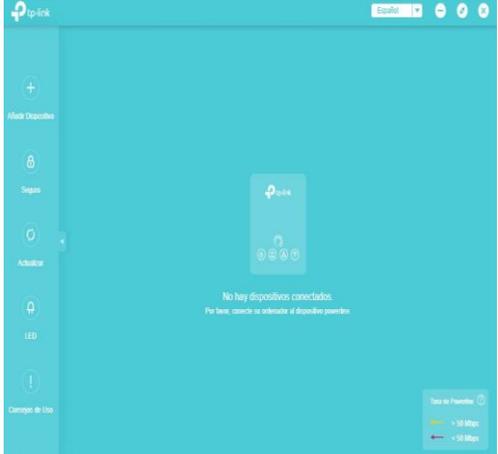


*Nota.* Modelo que se usara para el proyecto de investigación.

## Detalles Específicos de PLC TPLINK TL-WPA7517

**Tabla 1**

*Características de componentes.*

Elemento	Descripción
Aplicación para la configuración del dispositivo.	tpPLC utility 
Estándares y Protocolos	HomePlugAV2, HomePlug AV, IEEE 1901, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.11b/g/n (2.4GHz), IEEE 802.11a/n/ac (5GHz)
Interface	TL-WPA7517: 1 puerto Ethernet TL-PA7017: 1 puerto Ethernet
Botón	Pair, Reset, Wi-Fi Clone, LED On/Off
Consumo de Energía	TL-WPA7517: Máximo: 11 W, típico: 6,5 W TL-PA7017: Máximo: 2,9 W, típico: 2,6 W
Indicador LED	Indicador LED
Dimensiones (W X D X H)	TL-WPA7517: 2.7 × 1.4 × 4.9 in. (69.5 × 35 × 124.1 mm) TL-PA7017: 2.0 × 1.1 × 2.6 in. (52 × 28.5 × 65 mm)
Rango	Hasta 300 metros / 1000 pies sobre el cableado eléctrico existente
Compatibilidad	Compatible con todos los adaptadores Power Line estándar HomePlug AV y AV2
Velocidades de Transmisión	Power line: Hasta 1000 Mbps Ethernet: 10/100/1000 Mbps

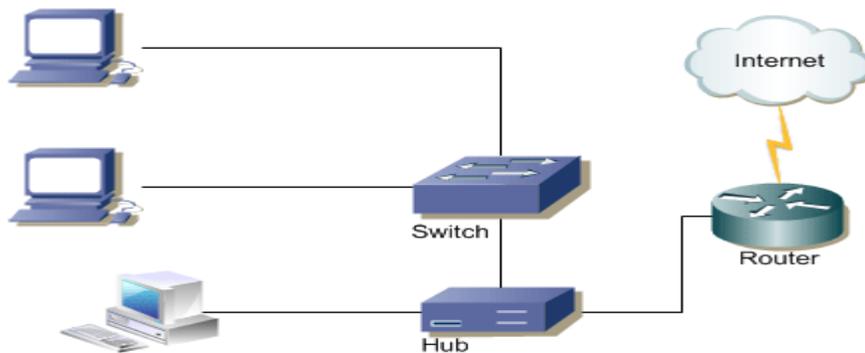
CARACTERÍSTICAS DE SOFTWARE	
Administración	tpPLC: Scan the QR code to download TP-Link tpPLC App. Or download new tpPLC Utility on PCs
Modulation Technology	OFDM (PLC)
Cifrado	Powerline: cifrado AES de 128 bits Inalámbrico: WPA-PSK / WPA2-PSK, Encryptaciones WEP
OTROS	
Certificación	CE, RoHS
Contenidos del Paquete	Kit AV1000 Powerline Wi-Fi: TL-WPA7517 y TL-PA7017 Cable Ethernet × 2 Guía de Instalación Rápida
Requisitos del Sistema	Windows 10/8.1/8/7/Vista/XP, Mac OS, Linux
Ambiente	Temperatura de funcionamiento: 0 ° C ~ 40 ° C (32 ° F ~ 104 ° F) Humedad de funcionamiento: 10% ~ 90% sin condensación

*Nota.* El KIT TL-WPA7517 transforma los circuitos de su hogar existentes en redes gigabit, lo que le permite crear redes cableadas e inalámbricas en cualquier lugar donde haya una toma de corriente. (tp-link, 2022)

### **Red de Área Local**

Una red de área local, o LAN, es un conjunto de computadoras, impresoras y teléfonos IP. Tan solo dos o tres clientes en una oficina en casa o miles de clientes en la oficina central de una corporación pueden ser atendidos por una red de área local. Estos están conectados entre sí a través de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio de transporte de datos con el fin de compartir recursos e información. (Hwang, 2021)

**Figura 15**  
*Red LAN con dispositivos conectados.*



## **Ethernet**

Ethernet es un estándar de comunicación de redes de computadoras que se utiliza para transmitir datos a través de un cableado físico. Fue desarrollado por Xerox Corporation en la década de 1970 y posteriormente adoptado por Digital Equipment Corporation (DEC) y Intel Corporation.

Ethernet es un sistema de comunicación en red que se basa en el principio de "compartir un medio". Esto significa que todos los dispositivos conectados a una red Ethernet comparten un mismo canal de comunicación físico, conocido como cable Ethernet. La información se transmite en paquetes de datos a través de este cable, y cada dispositivo tiene su propia dirección única, conocida como dirección MAC, que se utiliza para identificarlo en la red.

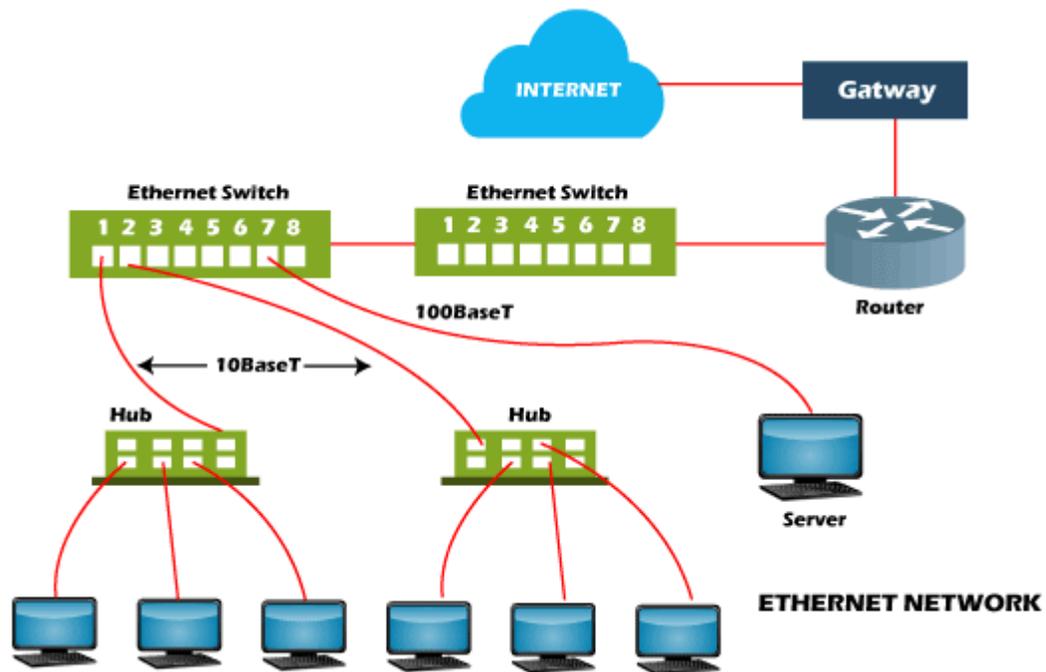
Ethernet ha evolucionado con el tiempo y ahora es uno de los estándares de comunicación de redes más utilizados en el mundo. Se puede utilizar para conectar dispositivos como computadoras, impresoras, cámaras de seguridad y muchos otros dispositivos de red. También es compatible con una amplia gama de protocolos de

red, lo que lo hace ideal para su uso en empresas, hogares y otras organizaciones.

(Romero,2023)

### Figura 16

*Ethernet Network.*



*Nota.* Ethernet es un estándar de red de área local que permite la comunicación entre dispositivos a través de cables, utilizando diferentes tipos de medios y velocidades de transmisión.

### UTP

El término "par trenzado no blindado" se refiere al tipo de cable utilizado en las redes de computadoras para la transmisión de datos.

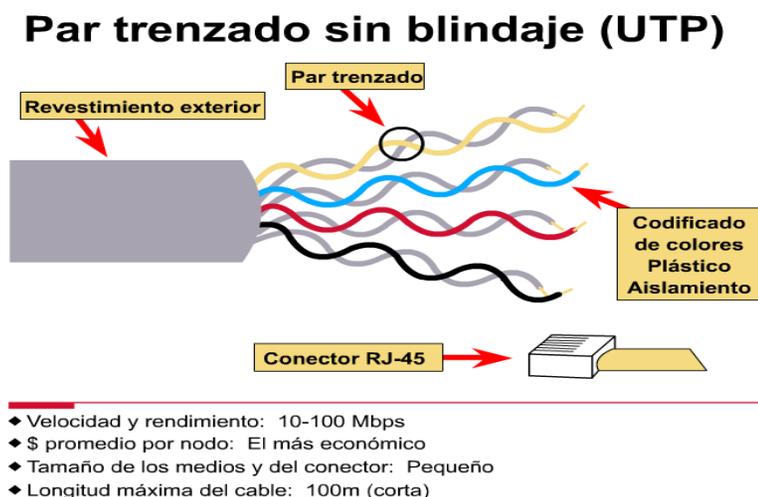
Los cables UTP consisten en pares de hilos de cobre trenzados juntos, lo que ayuda a reducir la interferencia electromagnética que puede afectar la calidad de la

señal. El trenzado de los hilos ayuda a minimizar la interferencia eléctrica que puede causar problemas en la transmisión de datos.

Los cables UTP se utilizan comúnmente en redes Ethernet para conectar computadoras, servidores, routers, switches y otros dispositivos de red. Vienen en diferentes categorías, como Cat5, Cat6 y Cat7, cada una con diferentes especificaciones de velocidad y ancho de banda.

### Figura 17

*Estructura de cable UTP.*



*Nota.* UTP es un tipo de cableado de red no apantallado que se utiliza comúnmente en infraestructuras de redes de computadoras, especialmente para implementar redes de área local (LAN) y es ampliamente utilizado debido a su facilidad de instalación y buen rendimiento en la transmisión de datos.

### Que es WLAN

El término "Red de área local inalámbrica", también conocido como "WLAN", se refiere a una red de computadoras que se establece a través de una

conexión inalámbrica y cubre una zona geográfica limitada, como un edificio, una casa o una pequeña área al aire libre.

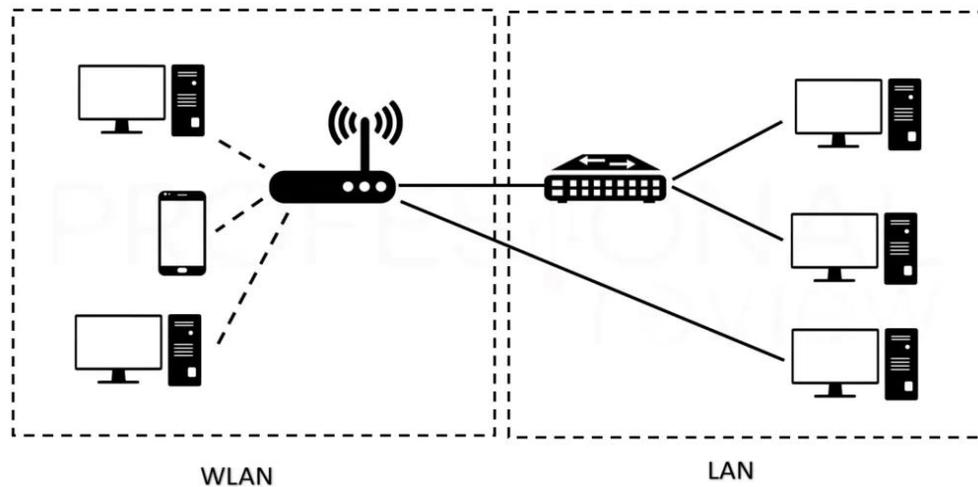
En lugares como oficinas, hogares y lugares públicos como cafeterías, aeropuertos y bibliotecas, las WLAN son comunes. Los usuarios pueden acceder a la red y compartir recursos y archivos entre dispositivos de manera inalámbrica utilizando una WLAN, sin la necesidad de cables o conexiones físicas.

### *Características de WLAN*

1. **Conexión inalámbrica.** Las WLAN utilizan tecnología inalámbrica para conectar dispositivos, lo que significa que no se necesitan cables para conectar los dispositivos a la red.
2. **Área de cobertura limitada.** Una WLAN cubre una zona geográfica limitada, como un edificio, una casa o una pequeña área al aire libre, lo que significa que la señal de la red no se extiende más allá de su zona de cobertura.
3. **Conexión a través de un punto de acceso.** Una WLAN se compone de uno o más puntos de acceso inalámbricos (WAP), que se conectan a una red cableada y proporcionan acceso inalámbrico a los dispositivos dentro de su área de cobertura.
4. **Alta movilidad.** Como las WLAN no dependen de cables, los dispositivos pueden conectarse a la red desde cualquier lugar dentro de su área de cobertura, lo que ofrece una gran flexibilidad y movilidad a los usuarios.
5. **Compartición de recursos.** Los dispositivos conectados a una WLAN pueden compartir recursos, como archivos, impresoras y conexiones a Internet, lo que permite la colaboración y el trabajo en equipo entre los usuarios.
6. **Seguridad.** Las WLAN pueden ser protegidas mediante diversas medidas de seguridad, como el cifrado de la señal inalámbrica y la autenticación de los usuarios, para proteger la privacidad y la seguridad de la red.

(Redes Informaticas, 2023)

**Figura 18**  
*Redes inalámbricas.*



*Nota.* Las redes WLAN son sistemas de comunicación de datos inalámbrico que utilizan tecnología de radiofrecuencia para proporcionar conectividad sin cables y son flexibles, compatibles y seguras. Normativa 802.11 a/ac/n.

#### **Normativa 802.11 a/ac/n**

La norma IEEE 802.11 a/ac/n define los estándares de tecnología Wi-Fi inalámbrica. Estos estándares describen las especificaciones técnicas para la transmisión de datos inalámbrica y el acceso a Internet a través de redes Wi-Fi.

- **IEEE 802.11a:** Este estándar fue aprobado en 1999 y utiliza la banda de frecuencia de 5 GHz para la transmisión inalámbrica de datos a velocidades de hasta 54 Mbps. Aunque ya no se utiliza ampliamente, 802.11a es compatible con algunos dispositivos y se utiliza en algunas redes de empresas y organizaciones.

- **IEEE 802.11ac:** Este estándar fue aprobado en 2013 y utiliza la banda de frecuencia de 5 GHz para la transmisión inalámbrica de datos a velocidades de hasta varios gigabits por segundo (Gbps). 802.11ac utiliza tecnologías como la agregación de canales y la modulación de señal para mejorar la velocidad y el rendimiento de la red Wi-Fi.
- **IEEE 802.11n:** Este estándar fue aprobado en 2009 y utiliza tanto la banda de frecuencia de 2.4 GHz como la de 5 GHz para la transmisión inalámbrica de datos a velocidades de hasta 600 Mbps. 802.11n utiliza tecnologías como la modulación de señal múltiple y la tecnología de antenas múltiples para mejorar el alcance y la velocidad de la red. (Celis, 2021)

**Tabla 2**

*Distintos Protocolos de la normativa 802.11.*

Protocolo 802.11	Banda de frecuencia	Ancho de banda	Rendimiento por flujo MIMO	Caudal teórico máx	Tecnología MIMO
<b>a (1999)</b>	5 GHz	20 MHz	54 Mbps	54 Mbps	No
<b>b (1999)</b>	2,4 GHz	22 MHz	11 Mbps	11 Mbps	No
<b>g (2003)</b>	2,4 GHz	20 MHz	54 Mbps	54 Mbps	No
<b>n (2009)</b>	2,4 /5 GHz	20 MHz	72,2 Mbps	288,8 Mbps	Si (4 corrientes )
		40 MHz	150 Mbps	600 Mbps	
<b>ac Wave 1 (2013)</b>	5 GHz	20 MHz	96 Mbps	288 Mbps	Si (3 flujos) / Beamforming
		40 MHz	200 Mbps	600 Mbps	
		80 MHz	433 Mbps	1,3 Gbit / s	
<b>ac Wave 2 (2015)</b>	5 GHz	20 MHz	96 Mbps	384 Mbps	Si (4 flujos) /

40 MHz	200 Mbps	800 Mbps	MU-MIMO Beamforming
80 MHz	433 Mbps	1,7 Gbit / s	
160 MHz	866 Mbps	3,4 Gbit / s	

*Nota.* En la siguiente tabla se muestra la velocidad teórica máxima que se pueden esperar de cada protocolo según su banda de frecuencia (Celis, 2021)

### **Acceso a Internet**

La red de acceso es la primera conexión entre los dispositivos del cliente como teléfonos, módems, enrutadores y nodos de redes de voz y datos, y nos permite acceder a los servicios de telecomunicaciones utilizando una variedad de tecnologías que se clasifican según la infraestructura física utilizada. Dado que juegan un papel en el libre mercado y están estrechamente relacionados con la entrega y la calidad del servicio, las redes de acceso son un componente crucial de la industria de las telecomunicaciones.

Las principales formas de acceder a la red de comunicación son:

1. A través de un alambre de cobre.
2. A través de cables coaxiales y fibra óptica
3. Acceso inalámbrico vía radio.
4. Uso de nuevas tecnologías como redes eléctricas (PLC)

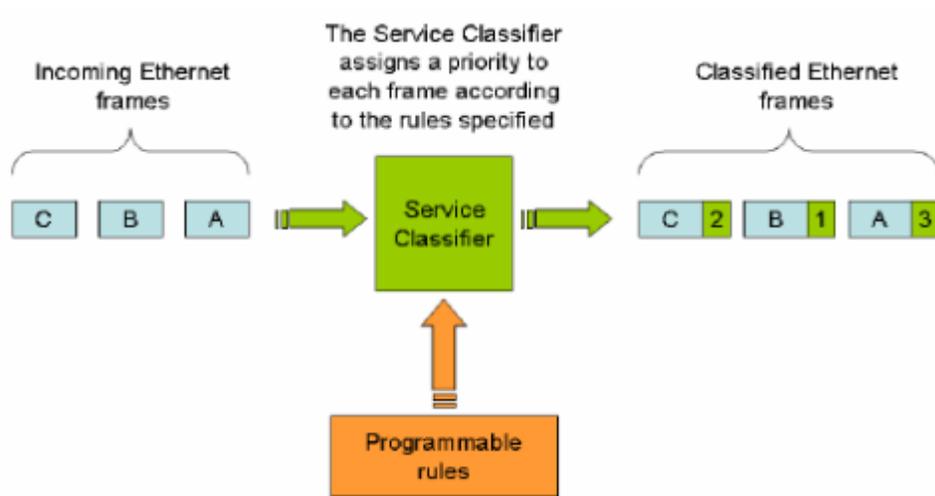
## Priorización de Paquetes

Los dispositivos deben identificar la clase de servicio a la que corresponde cada trama Ethernet para manejar adecuadamente los diferentes servicios y aplicaciones. El módulo de clasificación de servicios es el mecanismo que lo logra.

El motor de clasificación de servicios es responsable de determinar el nivel de prioridad de cada marco en función de un conjunto de reglas especificadas por el fabricante del dispositivo, el proveedor de servicios o el usuario final.

**Figura 19**

*Modulo Clasificador de servicio.*



*Nota.* La priorización de paquetes es una tecnología que permite a los administradores de redes controlar y garantizar la entrega eficiente y fiable de los datos dentro de la red, asegurando que los paquetes críticos lleguen en tiempo y sin interrupciones.

1. Se realizan inspecciones individuales de las tramas entrantes para encontrar patrones que el clasificador de servicios pueda utilizar para determinar la prioridad.

2. Una vez que se determina la prioridad, se agrega una etiqueta al marco. Para que otras entidades lo identifiquen más tarde, como los búferes de administración de prioridad.
3. Las reglas programables suelen ser de los tipos siguientes. Si el desplazamiento de bytes AA de la trama Ethernet es BB, la prioridad del paquete es CC. (Parra, 2008)

### **Fundamentación Legal**

- En la constitución de la república del Ecuador, Normas constitucionales - sectores estratégicos, Capítulo Quinto, Art. 314 (Estado, 2017). “Los ciudadanos están en pleno derecho de generar soluciones de telecomunicaciones para garantizar el acceso a servicios tecnológicos a toda la población”.
- El fundamento del Plan de Expansión de la Transmisión se encuentra en el artículo 314 de la Constitución de la República del Ecuador, el cual establece que el Estado será responsable de brindar los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructura portuaria y aeroportuaria, y los demás que establezca la ley. El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión cumplan con los principios de obligatoriedad, universalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, regularidad, continuidad y calidad. El gobierno asegurará que los precios y tarifas de los servicios públicos sean justos y establecerá su supervisión y regulación. Ecuador en 2023”. (Ecuador, 2023)

**Síntesis del capítulo**

En este capítulo se abarcaron distintos tipos de elementos como características, componentes, definiciones e investigación de su funcionamiento y correcta instalación de dispositivos en distintos medios tanto laborales como domésticos, lo siguiente por desarrollar es el componente práctico.

## CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO

Este proyecto se basa en una investigación cuantitativa con un enfoque deductivo, en este propósito el proyecto se centra en el mejoramiento de la señal wifi del campus Ramírez Dávalos con la recolección de datos e información, lo que se busca es dotar de conexión a internet desde cualquier punto del campus, incluyendo zonas donde la señal es débil, mejorando la comunicación en todo el campus de una manera fácil y rápida, midiendo y evaluando en cada piso la señal con la que se transmite los datos y tomando los resultados para poder dar una comparación de la potencia con la que llega la señal.

### **Metodología**

1. Realizar encuestas a personal y estudiantes sobre la funcionalidad del internet en las áreas del campus.
2. Identificar las zonas en donde las coberturas de internet son inestables y débil.
3. Realizar una propuesta para implementar una red PLC en el campus Ramírez Dávalos, en base a un mapa de calor.

### **Tipos de investigación**

**Explorativa:** El principal objetivo es investigar zonas donde la cobertura de internet es demasiado baja, medir y hacer un estudio de todas las zonas con baja potencia para poder implementar la tecnología PLC.

**Descriptiva:** En esta investigación se utilizará el equipo TL-WPA7517 KIT el cual se encargará de dotar señal Wifi en zonas donde la señal es muy débil o donde no hay

conexión a internet. Esta técnica sirvió para caracterizar y sistematizar los equipos a utilizar en este proyecto.

**Bibliográfica documental.** Al aplicar esta técnica se obtendrá información necesaria para el desarrollo de la investigación de manera que se pueda ampliar el criterio y las teorías de los diferentes autores de las fuentes documentadas.

### **Técnicas e instrumentos de investigación**

Para la investigación, se utilizará la encuesta como el principal medio de recopilación de información para diagnosticar y poder plantear la implementación de la red Power Line. Esta técnica estará relacionada con la herramienta de medición, cuestionario.

Los instrumentos que utilizaremos son:

1. Cuestionario elaborado en Google forms.
2. Fichas bibliográficas para registrar datos importantes de fuentes bibliográficas consultadas sobre el tema de investigación.

### **PRESENTACIÓN DE DATOS**

Para organizar y presentar los datos, se utilizó el programa de análisis estadístico informático SPSS, que presenta las funciones principales necesarias para llevar a cabo el proceso analítico desde el principio hasta el final.

### **Presentación gráfica, análisis e interpretación de resultados obtenidos.**

Con los datos obtenidos y la suficiente información recopilada, se determinará el ancho de banda de subida como de bajada los estudiantes de la carrera de Redes y Telecomunicaciones navegan en las instalaciones del campus Ramírez Davalos.

Se pudo obtener estos datos con el internet con el que cuenta el campus y por cable LAN y con la tecnología Power Line, estas pruebas se realizaron en el cuarto y segundo piso, también el área de gastronomía siendo estas las áreas más recorridas por los estudiantes, con esto podemos tener como referencia las áreas donde su conectividad dependiendo su tipo es mejor.

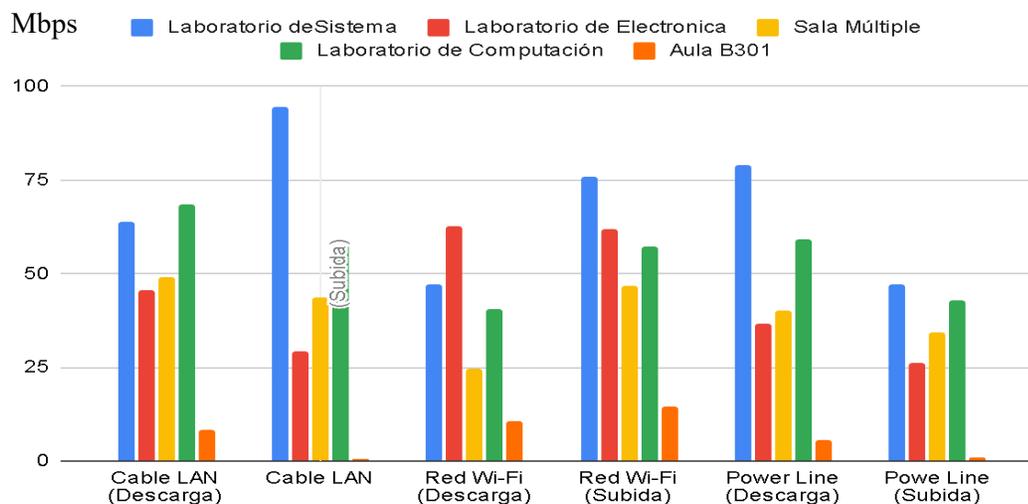
**Tabla 3**

*Mediciones Cuarto Piso.*

<b>Pis o</b>	<b>Salón o Área</b>	<b>Cable LAN (Descarg a)</b>	<b>Cable LAN (Subida)</b>	<b>Red Wi- Fi (Descarg a)</b>	<b>Red Wi- Fi (Subida)</b>	<b>Power Line (Descarg a)</b>	<b>Power Line (Subid a)</b>
<b>4to</b>	Laborato rio de redes	78.35 Mbps	68.13 Mbps	52.98 Mbps	58.51 Mbps	63.98 Mbps	94.67 Mbps
	Laborato rio de Sistemas	63.98 Mbps	94.67 Mbps	47.19 Mbps	75.86 Mbps	78.92 Mbps	47.08 Mbps
	Laborato rio de Electróni ca	45.47 Mbps	29.25 Mbps	62.64 Mbps	61.79 Mbps	36.65 Mbps	26.19 Mbps
	Sala Múltiple	48.98 Mbps	43.54 Mbps	24.53 Mbps	46.69 Mbps	40.24 Mbps	34.20 Mbps
	Laborato rio de Computa ción	68.45 Mbps	57.61 Mbps	40.72 Mbps	57.12 Mbps	59.36 Mbps	43.08 Mbps
	Aula B301	8.39 Mbps	0.44 Mbps	10.51 Mbps	14.62 Mbps	5.42 Mbps	1.00 Mbps

*Nota.* En la tabla se encuentran los datos que fueron obtenidos a través de los toma corrientes del cuarto piso y observando la cantidad de Mbps que llega a cada salón.

**Figura 20**  
*Estadísticas Cuarto Piso.*



*Nota.* En la figura se obtuvieron las estadísticas según la velocidad de internet (Mbps) con el que cuenta el cuarto piso, con estos datos se llega a la conclusión de que en el laboratorio de sistemas y de computación es donde mejor rendimiento tubo Power Line mientras las demás áreas por medio de la red Wi-Fi del ITI brinda una mejor señal.

**Tabla 4**  
*Mediciones Tercer Piso.*

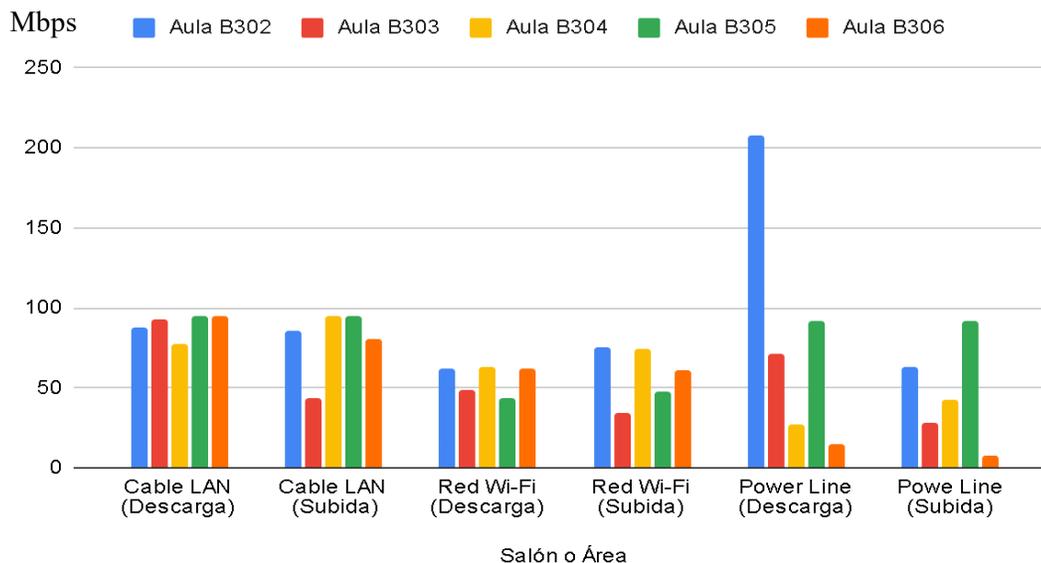
Pis o	Salón o Área	Cable LAN (Descarga)	Cable LAN (Subida)	Red Wi-Fi (Descarga)	Red Wi-Fi (Subida)	Power Line (Descarga)	Power Line (Subida)
3er	Aula B302	88.03 Mbps	86.09 Mbps	62.52 Mbps	74.91 Mbps	207.84M bps	62.97 Mbps
	Aula B303	92.87 Mbps	43.44 Mbps	49.03 Mbps	34.09 Mbps	71.32 Mbps	28.63 Mbps
	Aula B304	77.19 Mbps	94.42 Mbps	62.60 Mbps	74.62 Mbps	27.15 Mbps	42.48 Mbps
	Aula B305	94.48 Mbps	94.73 Mbps	43.98 Mbps	48.14 Mbps	91.68 Mbps	91.91 Mbps

Aula B306	94.93 Mbps	80.52 Mbps	62.19 Mbps	61.20 Mbps	14.52 Mbps	7.14 Mbps
-----------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------

*Nota.* En la tabla se encuentran los datos que fueron obtenidos a través de los toma corrientes del tercer piso y observando la cantidad de Mbps que llega a cada salón.

### Figura 21

*Estadísticas Tercer Piso.*



*Nota.* En la figura se obtuvieron las estadísticas según la velocidad de internet en (Mbps) con el que cuenta el tercer piso, con estos datos se llega a la conclusión de que en el salón B302 es donde mejor rendimiento tubo Power Line.

### Tabla 5

*Mediciones Segundo Piso.*

Pis o	Salón o Área	Cable LAN (Descarga)	Cable LAN (Subida)	Red Wi-Fi (Descarga)	Red Wi-Fi (Subida)	Power Line (Descarga)	Power Line (Subida)
2do	Aula B201	34.91 Mbps	70.82 Mbps	48.29 Mbps	60.09 Mbps	21.28 Mbps	8.32 Mbps
	Aula B202	51.44 Mbps	94.75 Mbps	63.30 Mbps	75.53 Mbps	64.45 Mbps	87.64 Mbps

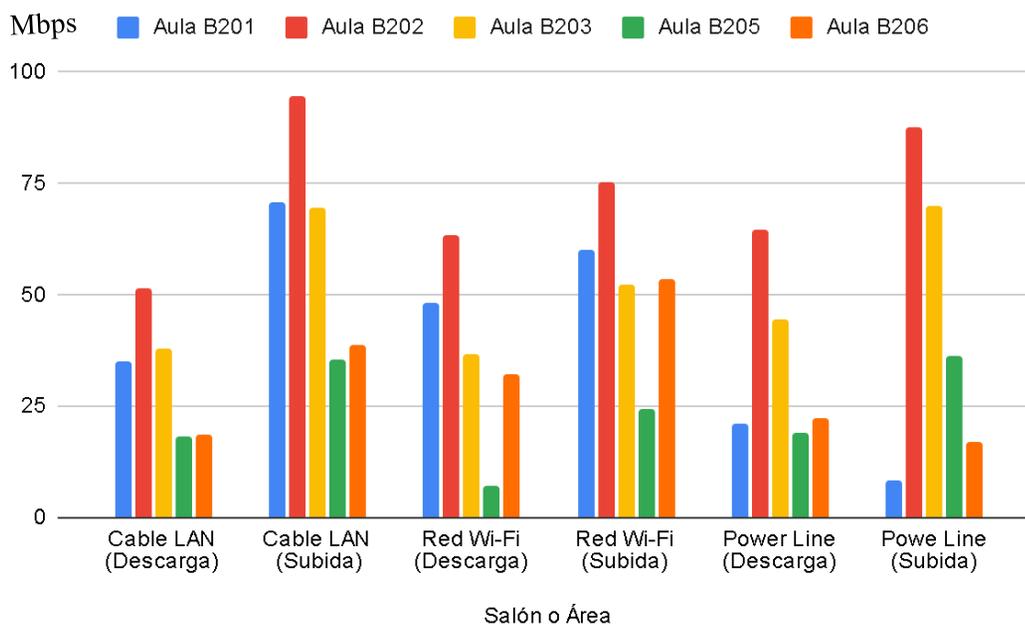
Aula B203	38.04	69.70	36.59	52.19	44.38	69.84
Aula B205	18.05	35.32	7.09	24.38	19.19	36.33
Aula B206	18.46	38.80	32.09	53.41	22.42	17.04

*Nota.* En la tabla se encuentran los datos que fueron obtenidos a través de los toma

corrientes del segundo piso y observando la cantidad de Mbps que llega a cada salón.

### Figura 22

*Estadísticas Segundo Piso.*



*Nota.* En la figura se obtuvieron las estadísticas según la velocidad de internet (Mbps)

con el que cuenta el segundo piso, con estos datos se sabe que en el salón B202 y

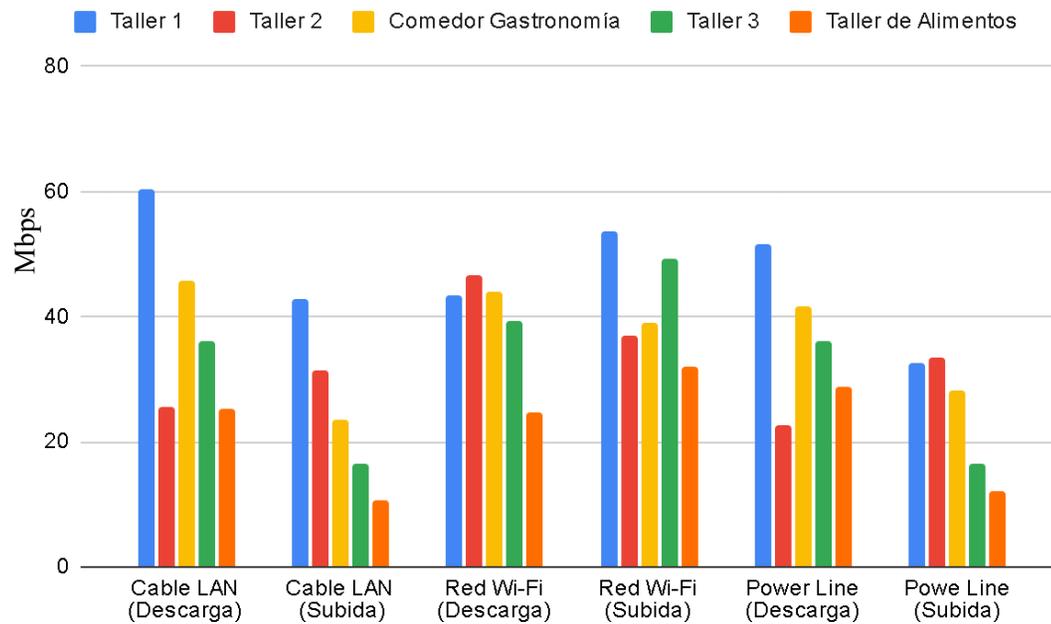
B203 fueron los lugares donde mejor funciona Power Line.

**Tabla 6**  
*Mediciones Área de Gastronomía.*

<b>Pis o</b>	<b>Salón o Área</b>	<b>Cable LAN (Descarga)</b>	<b>Cable LAN (Subida)</b>	<b>Red Wi- Fi (Descarga)</b>	<b>Red Wi- Fi (Subida)</b>	<b>Power Line (Descarga)</b>	<b>Powe Line (Subida)</b>
<b>Área de Gastronomía</b>	Taller 1	60.26 Mbps	42.76 Mbps	43.53 Mbps	53.57 Mbps	51.56 Mbps	32.73 Mbps
	Taller 2	25.69 Mbps	31.57 Mbps	46.52 Mbps	36.87 Mbps	22.73 Mbps	33.48 Mbps
	Comedor Gastronomía	45.86 Mbps	23.55 Mbps	44.04 Mbps	39.13 Mbps	41.66 Mbps	28.13 Mbps
	Taller 3	36.15 Mbps	16.40 Mbps	39.41 Mbps	49.15 Mbps	36.15 Mbps	16.40 Mbps
	Taller de Alimentos	25.33 Mbps	10.77 Mbps	24.70 Mbps	31.95 Mbps	28.72 Mbps	12.19 Mbps

*Nota.* En la tabla se encuentran los datos que fueron obtenidos a través de los toma corrientes del área de gastronomía y observando la cantidad de Mbps que llega a cada salón.

**Figura 23**  
*Estadísticas Área Gastronomía.*



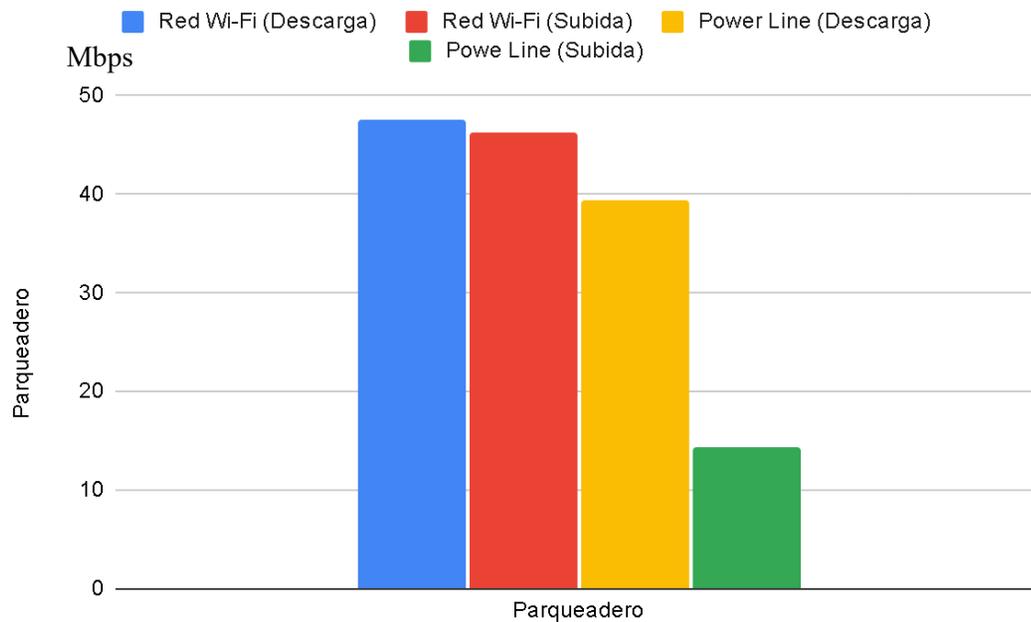
*Nota.* En la figura se obtuvieron las estadísticas según la velocidad de internet (Mbps) con el que cuenta el área de gastronomía, con estos datos se puede saber que en el taller 1, taller 2 y comedor Power Line brinda una cobertura a internet excelente.

**Tabla 7**  
*Mediciones Área Parquaderos.*

Piso	Red Wi-Fi (Descarga)	Red Wi-Fi (Subida)	Power Line (Descarga)	Power Line (Subida)
Parquadero	47.59 Mbps	46.31 Mbps	39.37 Mbps	14.46 Mbps

*Nota.* En la tabla se encuentra los datos que se obtuvieron a través de los toma corrientes de los parquaderos y observando la cantidad de Mbps que llega al área.

**Figura 24**  
*Estadísticas Área Parqueadero.*



*Nota.* En la figura se obtuvieron las estadísticas según la velocidad de internet (Mbps) con el que cuenta los parqueaderos, con estos datos recopilados se sabe que los 3 tipos de conectividad son eficientes en esta área y funcionan de manera correcta.

### **Resultado de la encuesta aplicada**

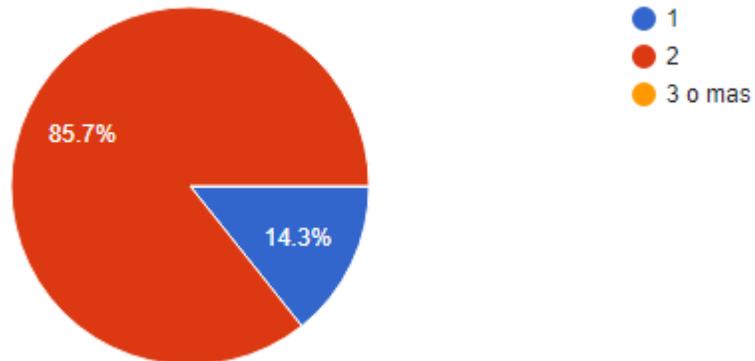
1. ¿Cuándo asiste al Instituto, cuántos dispositivos conecta a la Red del ITI para acceder a internet?

**Tabla 8**  
*Cuántos dispositivos conecta a la Red del ITI.*

Ítem	Numero de respuesta
1	1
2	6
3 o mas	0

**Figura 25**

*Cuántos dispositivos conecta a la Red del ITI.*



2. ¿Cómo conecta sus dispositivos a internet?

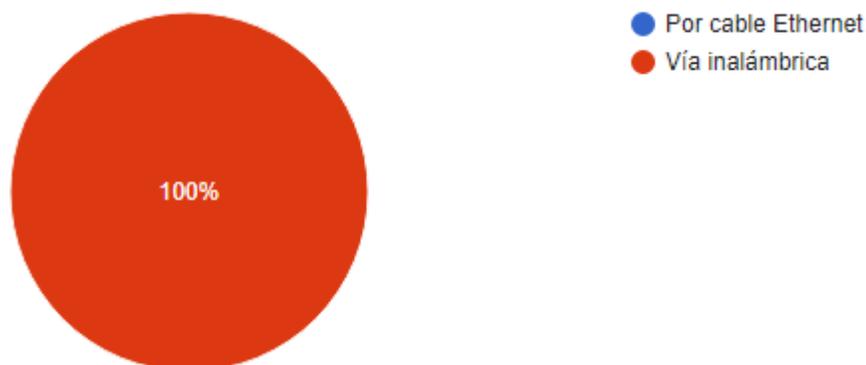
**Tabla 9**

*Cómo conecta sus dispositivos a internet.*

Ítem	Numero de respuestas
Por cable Ethernet	0
Vía inalámbrica	7

**Figura 26**

*Cómo conecta sus dispositivos a internet.*



3. ¿Para qué utiliza sus equipos conectados a la Red del ITI?

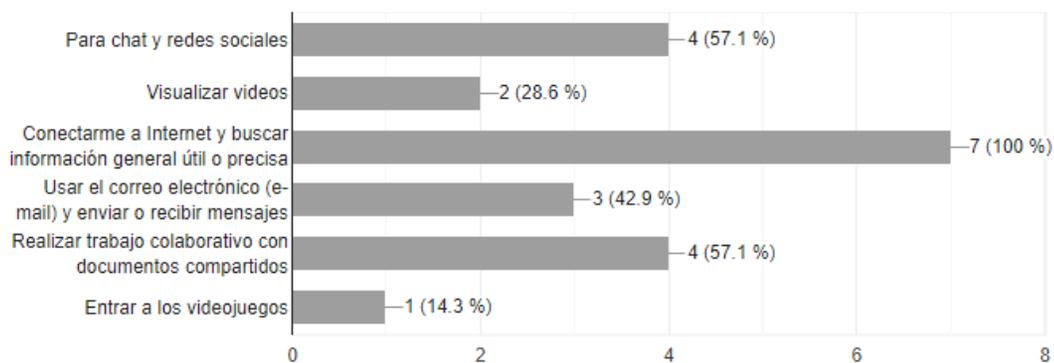
**Tabla 10**

*Para qué utiliza sus equipos conectados a la Red del ITI.*

Ítem	Numero de respuestas
Para chat y redes sociales	4
Visualizar videos	0
Conectarme a Internet y buscar información general útil o precisa	3
Usar el correo electrónico (e-mail) y enviar o recibir mensajes	0
Realizar trabajo colaborativo con documentos compartidos	0
Entrar a los videojuegos	0

**Figura 27**

*Para qué utiliza sus equipos conectados a la Red del ITI.*



4. ¿En algún momento ha tenido la percepción de la señal de internet es deficiente en el campus Ramírez Dávalos?

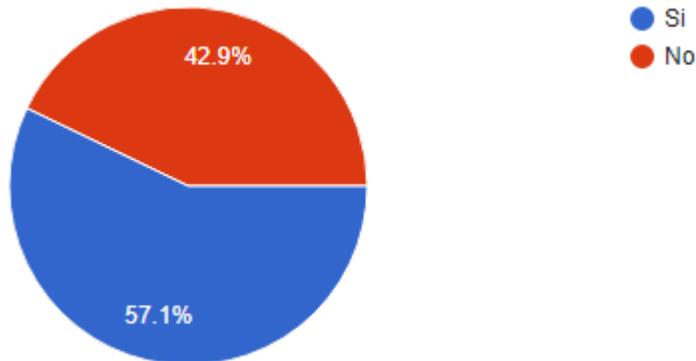
**Tabla 11**

*Señal de internet es deficiente en el campus Ramírez Dávalos.*

Ítem	Numero de respuestas
Si	3
No	4

**Figura 28**

*Señal de internet es deficiente en el campus Ramírez Dávalos*



5. ¿Ha tenido problemas o la necesidad de conectarse a internet desde algún lugar del Instituto donde no existe este servicio? Escriba el/los lugares.

El cual las respuestas fueron las siguientes.

- Planta baja y lugar de estacionamiento vehicular
- Parqueadero
- Patio y escaleras
- Parqueadero
- Se conecta inmediatamente

Lo cual da a conocer que los lugares con más problemas de conectividad son las áreas de escaleras, parqueaderos y la planta baja.

6. ¿Usted sabe de qué trata la tecnología Power Line communication “PLC”?

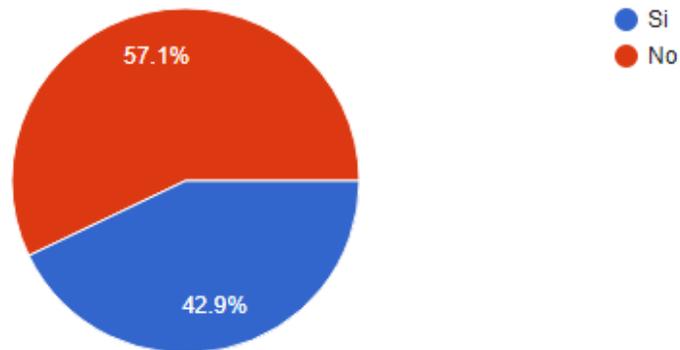
**Tabla 12**

*Sabe de qué trata la tecnología Powerline communication “PLC”.*

Ítem	Numero de respuestas
Si	3
No	4

**Figura 29**

*Sabe de qué trata la tecnología Powerline communication “PLC”.*



7. Le parece interesante contar con un dispositivo que le permita conectarse a internet desde cualquier área del Instituto (salones, sótano, parqueadero, terraza)

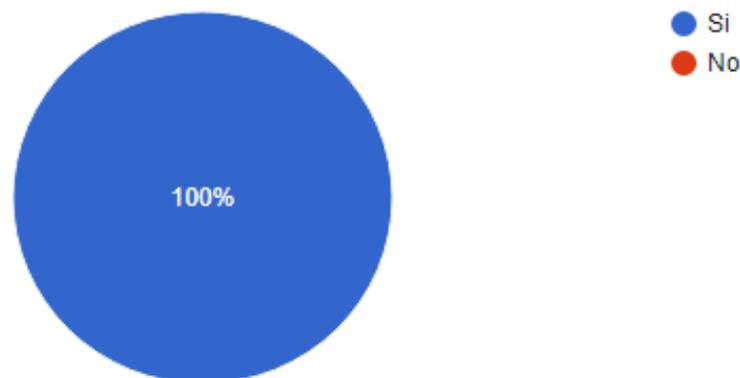
**Tabla 13**

*Dispositivo que le permita conectarse a internet desde cualquier área del Instituto.*

Ítem	Numero de respuestas
Si	7
No	0

**Figura 30**

*Dispositivo que le permita conectarse a internet desde cualquier área del Instituto.*



*Nota.* La encuesta fue realizada en la plataforma Google Forms y a partir del número de encuestados se obtuvieron los resultados mostrados anteriormente y analizados por medio de una hoja de cálculo.

### ***Encuestas realizadas.***

Con los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes y docentes del Instituto ITI de la sucursal Ramírez Dávalos se llegó al siguiente resultado, el cual refleja que las zonas donde mayormente se presenta interferencia a la conexión de internet son las escaleras, planta baja y los parqueaderos, en la siguiente tabla se muestra una hoja de cálculo con los resultados que fueron obtenidos de los encuestados y se realizó una encuesta al Ing. Miguel Gaibor, coordinador del departamento de sistemas, se realizó algunas preguntas sobre el sistema eléctrico y los años cual podría tener el edificio y la infraestructura de toda el área de sistemas, se realizó un video de la entrevista y fue subida a YouTube se encuentra en el anexo pg. 144.

**Tabla 14**

*Análisis de encuestas realizadas.*

<b>Marca Temporal</b>	<b>Pregunta 1</b>	<b>Pregunta 2</b>	<b>Pregunta 3</b>	<b>Pregunta 4</b>	<b>Pregunta 5</b>	<b>Pregunta 6</b>	<b>Pregunta 7</b>
<b>27/2/2023 17:07:48</b>	1	Vía inalámbrica	Buscar información general	No	Parqueadero	No	Si
<b>27/2/2023 17:11:18</b>	2	Vía inalámbrica	Para chat y redes sociales	Si	Planta baja	Si	Si

27/2/20 23 17:11:23	2	Vía inalámbr ica	Para chat y redes sociales	No	Parque aderos	No	Si
27/2/20 23 17:31:13	2	Vía inalámbr ica	Para chat y redes sociales	Si	Patio y escaleras	Si	Si
27/2/20 23 20:06:32	2	Vía inalámbr ica	Para chat y redes sociales	No	Parque adero	No	Si
28/2/20 23 9:20:31	2	Vía inalámbr ica	Buscar informació n general	Si	No	Si	Si
28/2/20 23 10:34:10	2	Vía inalámbr ica	Buscar informació n general	Si	Se conecta inmedi atamen te	No	Si

*Nota.* En la tabla se muestra el número de estudiantes que realizaron la encuesta y las respuestas que ellos nos dieron se puede saber que la gran mayoría de ellos se conectan de forma inalámbrica y que se conectan con dos dispositivos, la red ITI es utilizada en promedio 3 Mbps entre redes sociales, WhatsApp y audio como también buscar información, a lo que en promedio se utiliza es de 3,18 con las encuestas realizadas se pudo saber que en el área de los parqueaderos no existe conectividad a internet.

### **Resultado de encuesta**

Los resultados dieron a conocer las distintas áreas donde los estudiantes y docentes presentaban problemas con la conectividad de internet, también reflejo que varios de los que realizaron la encuesta no conocían o no tenían conocimiento sobre la tecnología PLC.

El proyecto es apoyado tanto por estudiantes como docentes, ven una tecnología interesante y novedosa para plantear la implementación en la sucursal Ramírez Dávalos.

### **Resultados Obtenidos de la Señal y Potencia**

Los siguientes resultados fueron obtenidos a través de un test de señal de internet y del programa Xirrus el cual ayuda a gestionar y solucionar problemas de las redes Wi-Fi, esto ayudaría a saber la potencia con la que llega la señal y cobertura en todas las áreas de los laboratorios con los que cuenta el campus Ramírez Dávalos, estos datos fueron obtenidos por cable LAN, por señal Wifi, con la red con la que cuenta las instalaciones del ITI y la tecnología Power Line, dando así una amplia y mejor visión de resultados obtenidos, teniendo un punto de comparación.

Todos estos resultados fueron medidos en cada laboratorio y salón de clases con lo que cuentan las instalaciones. Los resultados obtenidos indican que en ciertas zonas donde la señal Wi-Fi era demasiada baja como para poder tener cobertura a internet, Power Line procede a que estas áreas con una conectividad baja, mejorara la señal de forma que se pueda navegar sin ninguna interferencia como se lo muestra en el apartado de anexos.

Con los resultados obtenidos se podrá saber con qué ancho de banda se utiliza cada estudiante aproximadamente, teniendo como dato que Power Line tiene la capacidad de alcanzar una señal física de 600 Mbps, lo que nos brinda más ancho de banda, por lo tanto con alrededor de 7 estudiantes se podría esperar un consumo de ancho de banda de aproximadamente 7 a 14 Mbps, sin embargo esta es una

estimación general y los valores exactos pueden variar según la actividad individual, Por lo tanto Power Line abastece con el suficiente ancho de banda para poder navegar sin ningún tipo de interferencia abasteciendo las necesidades de cada estudiante.

Una vez explicado y analizado todos los resultados que fueron recogidos a través de esta investigación se sabe que en ciertas zonas no existe conectividad a internet, esto lo sabemos por parte de las encuestas realizadas a los estudiantes como también por las mediciones que se tomaron de cada piso y salón, a lo que las zonas donde más se registró estos problemas fueron los parqueaderos y ciertos salones que se encuentran más escondidos.

Ahora bien, con los datos que fueron recopilados sabemos que el área de los parqueaderos cuenta con una conectividad de internet de subida de 46.31 Mbps y de descarga de 47.59 por otra parte sabemos que con la tecnología Power Line la conectividad fue de subida de 39.37Mbps y de descarga de 14.46, con esto sabemos que el área de los parqueaderos se encuentra con una mejor conectividad por parte de la red ITI abastece de mejor manera pero en caso de alguna emergencia Power Line podría colocarse en los parqueaderos ya que la diferencia de Mbps son casi similares y podría dar internet a esa área sin ningún tipo de interferencia.

Por otro lado, en las zonas donde se registró un mejor funcionamiento y mejor conectividad por parte de Power Line fueron aquellas áreas donde los salones se encuentran demasiado lejos o muy escondidos del router principal con el que cuenta el ITI.

Los datos arrojaron que los siguientes salones fueron donde mejores resultados se obtuvieron por parte de Power Line.

**Tabla 15**

*Salones con mejor funcionamiento de Power Line.*

<b>Piso / Área</b>	<b>Salón</b>	<b>Descarga</b>	<b>Subida</b>
<b>Cuarto piso</b>	Laboratorio de sistemas	78.92 Mbps	47.08 Mbps
	Laboratorio de computación	59.36 Mbps	43.08 Mbps
	Sala múltiple	40.24 Mbps	34.20 Mbps
<b>Tercer piso</b>	Aula B302	207.84 Mbps	62.97 Mbps
	Aula B303	71.32 Mbps	28.63 Mbps
	Aula B305	91.68 Mbps	91.91 Mbps
<b>Segundo piso</b>	Aula B202	64.45 Mbps	87.64 Mbps
	Aula B203	52.19 Mbps	44.38 Mbps
	Aula B205	19.19 Mbps	36.33 Mbps

*Nota.* Lugares donde la tecnología PLC tuvo un mejor rendimiento y funcionamiento.

Análisis e interpretación de resultados

### **Análisis e interpretación de resultados**

En esta encuesta se logró recolectar la respuesta de estudiantes de la carrera de redes y telecomunicaciones, el cual dieron su punto de vista hacia la velocidad de internet que existe en el Campus Ramírez Dávalos donde dieron a conocer las distintas zonas y lugares donde la señal era casi inexistente.

**Tabla 16**

*Áreas donde Deberían Implementarse PLC.*

<b>Piso/ Área</b>	<b>Salón</b>	<b>Descarga</b>	<b>Subida</b>
<b>Tercer Piso</b>	Aula B302	207.84 Mbps	62.97 Mbps
	Aula B305	91.68 Mbps	91.91 Mbps
<b>Segundo Piso</b>	Aula B202	64.45 Mbps	87.64 Mbps
	Aula B203	44.38 Mbps	69.84 Mbps
	Aula B205	19.19 Mbps	36.33 Mbps

*Nota.* Áreas donde la implementación de Power Line es indispensable debido que la señal ITI no llega a esas áreas a diferencia de PLC que brinda una mejor cobertura en aquellas áreas.

### **Síntesis del capítulo**

En este capítulo se realizó encuestas y toma de información a los estudiantes de la carrera Redes y Telecomunicaciones para conocer la calidad y cobertura de internet en todos los espacios del edificio Ramírez Davalos, de esta manera se podrá realizar la propuesta para implementar una red con la tecnología Power Line, dando paso a Capítulo 3 donde finalizará este proyecto.

## CAPÍTULO III: PROPUESTA

### **Descripción de la propuesta**

En este Proyecto se espera mejorar la conectividad de internet en el campus Ramírez Dávalos, beneficiando tanto a profesores como a estudiantes con una mejor experiencia en navegación por internet, brindando cobertura a todas las zonas con las que cuenta el edificio.

Los resultados obtenidos en el análisis de este proyecto resaltan que en aulas el internet tendía a tener baja señal ya sea porque no llegaba la suficiente señal o los repetidores con los que cuenta el instituto no alcanzaban a cubrir todas las áreas, con PCL la señal aumento y mejoro la navegación dando resultados positivos.

### **Viabilidad**

La razón por la que se empezó a investigar y trabajar en este proyecto fue la necesidad de poder tener una mejor conectividad de internet en todas las áreas con las que cuenta el campus, brindando una conexión veloz y mayor cobertura.

Se espera que con esta investigación el campus Ramírez Dávalos cuente con esta tecnología y se implemente como otro medio de transmisión de internet en todo el edificio, para que los estudiantes tengan cobertura en cualquier área del edificio; con esta tecnología se espera cubrir el problema de conectividad que tienen algunos estudiantes en ciertas zonas del edificio, haciendo así que algunas aulas sean abandonas por falta una buena conectividad a internet.

También se debe tomar en cuenta que la capacidad de transmisión de Power Line depende mucho de los toma corrientes, es decir que la mayoría de los cableados

eléctricos se encuentra en un estado decente para poder utilizar esta tecnología, de igual manera se cuenta la red Wi-fi ITI que aporta una buena conectividad a internet dependiendo de la área donde esta sea usada, Power Line se usaría en aquellas zonas donde la conectividad sea demasiada baja, y por último se cuenta con el acceso de datos del instituto para el desarrollo de este proyecto.

### **Impacto**

Este proyecto obtuvo una aceptación con resultados favorables donde se espera mejorar la conectividad de internet en áreas donde los estudiantes más indicaron que existía una baja conectividad, en resultados obtenidos indican que en las aulas que se encuentran más escondidas tendían a no tener internet ni siquiera señal, al contrario de cuando se utiliza PLC la señal mejoró y se pudo navegar sin interferencia, dando una buena vista a la Tecnología Power Line.

### **Desarrollo de la propuesta**

Este proyecto empezó a partir de investigar la adopción de PLC “Power Line Communication” ya que en Ecuador muy pocas son las empresas o universidades donde se ha llegado a utilizar esta tecnología.

A partir de ese punto se empezó con la investigación tanto su origen como en su funcionamiento, forma de uso, niveles de señal con las que esta tecnología se maneja, ya en la práctica se llegó a conocer ventajas como desventajas ya que la señal muchas veces era mala debido a los años con los que contaba el edificio y muchas veces los toma corrientes estaban defectuosos o no envían la señal de una forma estable.

También se realizaron encuestas a los estudiantes para poder tener un punto de referencia y saber en qué áreas poder trabajar y saber con mayor exactitud las zonas donde la señal de internet era demasiado baja o de por si no había cobertura de ningún tipo, una vez obtenida esta información se empezó a trabajar con la tecnología PLC.

Haciendo pruebas de señal y potencia en todas las zonas del edificio para saber en qué áreas esta tecnología era viable y ayudara a mejorar la señal como también en áreas donde no era necesaria su aplicación, los resultados se encuentran en el apartado de anexos y de presentación gráfica, análisis e interpretación de resultados obtenidos.

Se realizo un mapa de calor en el edificio Ramírez Davalos, para poder tener una visión más clara de las áreas donde se implementaría la tecnología Power Line, mediante la realización de mediciones WI-Fi, el sistema registra el tráfico Wi-Fi y almacena el nivel de señal, la información del dispositivo y otros datos relevantes. La aplicación utiliza estos para crear mapas de cobertura Wi-Fi detallados de cada punto de acceso, generar informes editables con un diagnóstico de situación de la red y ofrecer sugerencias para mejorar la red.

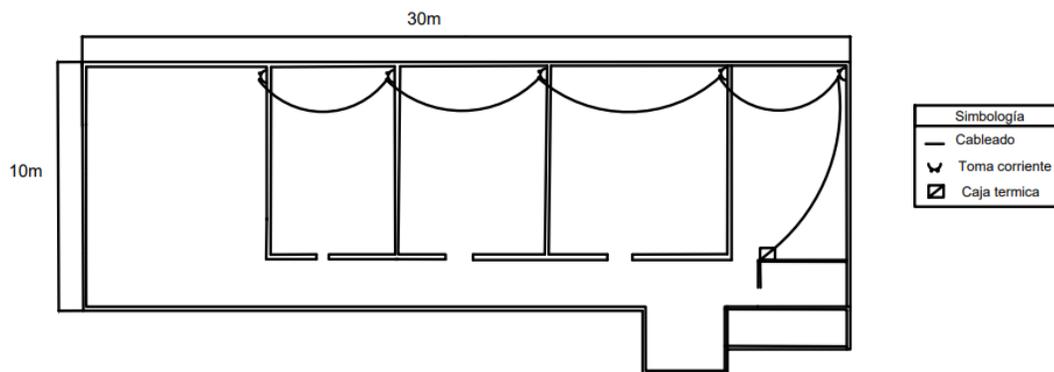
### ***Diseño Eléctrico***

La energía eléctrica es una necesidad básica en la vida moderna, y los diagramas eléctricos son una herramienta crucial para diseñar y mantener sistemas eléctricos. En particular, los diagramas eléctricos relacionados con Power Line son importantes para la transmisión de energía eléctrica a través de líneas de energía eléctrica.

En los diagramas se observan la conectividad y la distribución de la energía eléctrica a través de los cables de alimentación eléctrica y los circuitos eléctricos. Los diagramas eléctricos también son importantes para garantizar la seguridad y la eficiencia de los sistemas eléctricos.

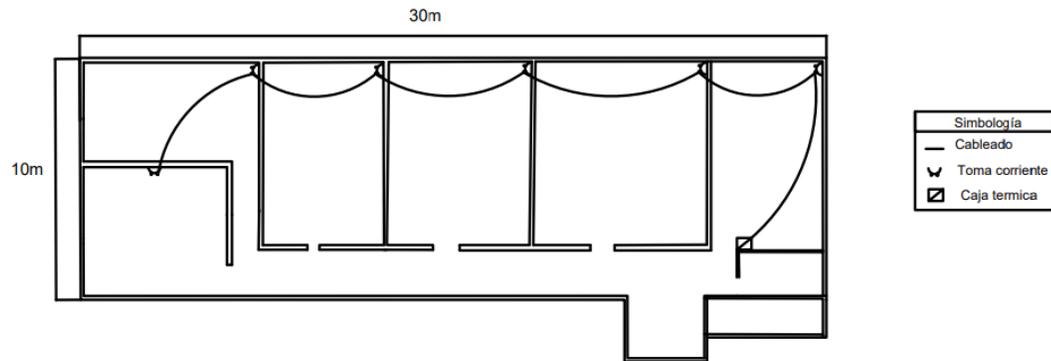
Se realizaron diagramas eléctricos del segundo, tercer y cuarto piso del edificio Ramírez Dávalos como también del área de gastronomía y parqueaderos, para poder explicar de manera más sencilla como se va a llevar a cabo la instalación del equipo en cada área.

**Figura 31**  
*Diagrama Eléctrico Cuarto Piso.*



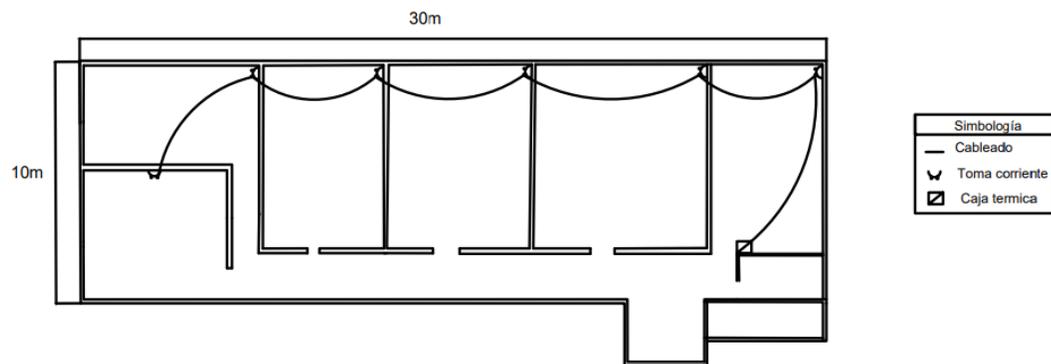
*Nota.* Diagrama con las conexiones que se realizan en los toma corrientes de cada salón hacia la caja térmica.

**Figura 32**  
*Diagrama Eléctrico Tercer Piso.*



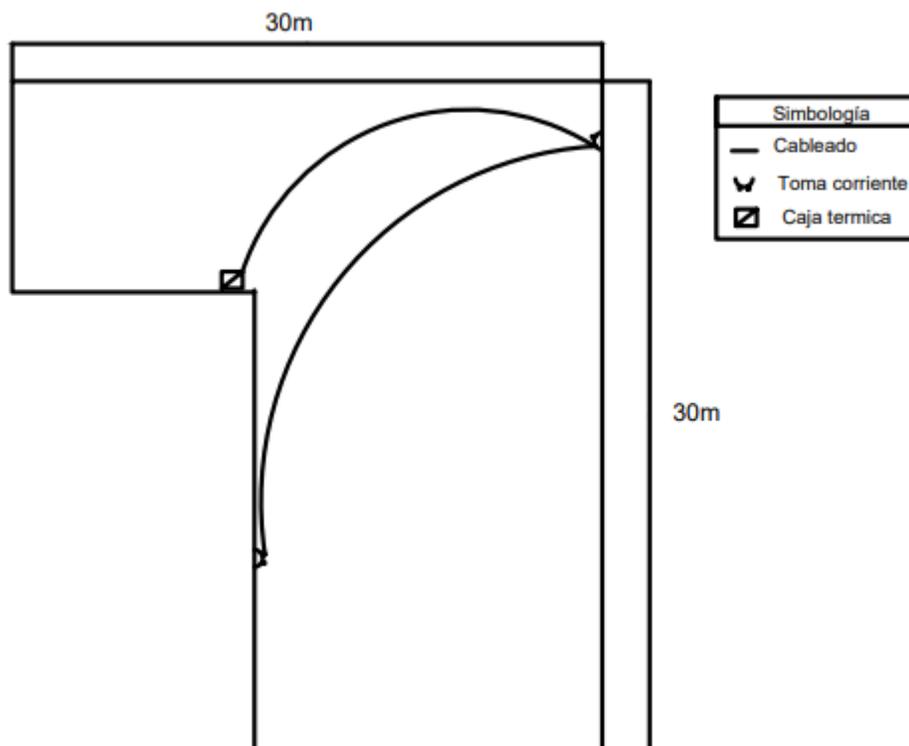
*Nota.* Diagrama con las conexiones que se realizan en los toma corrientes de cada salón hacia la caja térmica.

**Figura 33**  
*Diagrama Eléctrico Segundo Piso.*



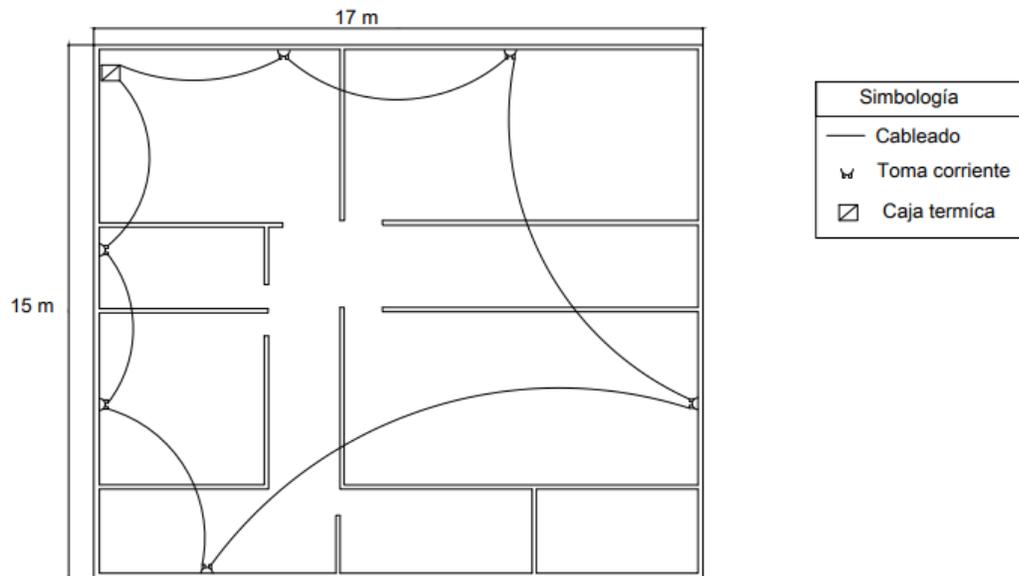
*Nota.* Diagrama con las conexiones que se realizan en los toma corrientes de cada salón hacia la caja térmica.

**Figura 34**  
*Diagrama Eléctrico Parquaderos.*



*Nota.* Diagrama con las conexiones que se realizan en los toma corrientes de cada salón hacia la caja térmica.

**Figura 35**  
*Diagrama Eléctrico Área de Gastronomía.*



*Nota.* Diagrama con las conexiones que se realizan en los toma corrientes de cada salón hacia la caja térmica.

### ***Simulación de red WLAN con PLC***

Para la simular la propuesta de la red inalámbrica con la tecnología PLC, se usó el software Acrylic, a continuación, se muestran las configuraciones iniciales en el programa y la cobertura de red en cada área estudiada.

**Figura 36**

*Opciones y parámetros utilizados en el Mapeo de Calor.*

The image shows a software interface for configuring a heatmap. At the top, a dropdown menu is set to "Location: Ground Floor". Below this is a section titled "Heatmap Options".

Under "Heatmap Options", there are two dropdown menus: "Visualization:" set to "Signal Level" and "Frequency band:" set to "2.4 Ghz". Below these is a slider for "Min Rssi (dBm): -70". A color scale bar is shown, ranging from red (0 (Strong)) to green (-100 (Weak)), with "dbm" in the center. Below the color bar is an "Opacity: 75%" slider. At the bottom of this section are three checkboxes: "Draw only inside of the walls", "Smooth Colors", "Solid Colors", and "Hide APs".

Below the "Heatmap Options" section is a section titled "Access Points". It contains a list of one access point:

1	2.4G (SSID_NAME) Omnidirectional 2.2 dbi 2.4G (1)	⋮
---	---	---

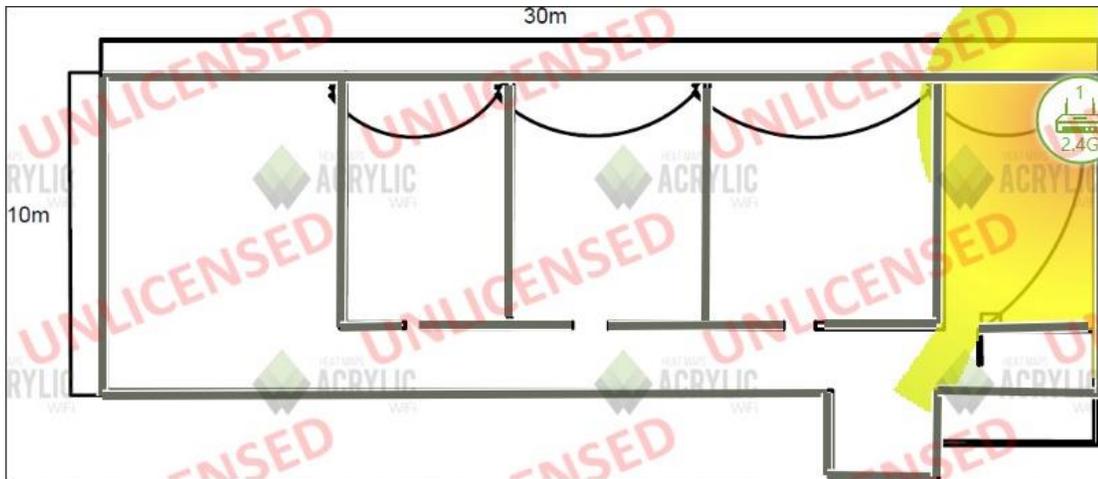
*Nota.* La banda de frecuencia con la que el espectro electromagnético se utilizó una frecuencia de 2.4 Ghz, seteadó el umbral de potencia permitido hasta -70 dBm.

**Figura 37**  
*Parámetros Utilizados en el Mapa de Calor:*

The screenshot displays the 'Modify Ap Parameters' configuration screen for a 2.4GHz Wi-Fi access point. The interface is organized into two columns of settings. At the top, there are tabs for '2.4Ghz' (selected) and '5Ghz'. The 'Activate 2.4Ghz' option is turned 'ON'. The 'Standard (802.11):' section has checkboxes for 'b', 'g', and 'n', all of which are checked. The 'Antenna Type' is set to 'Omnidirectional 2.2 dbi'. The 'Antenna orientation °' is set to '0'. The 'Channel Width (MHz):' is set to '20' (selected over '40'). The 'Power (mW)' is set to '1'. The 'Height (m)' is set to '0'. The 'Channel' is set to '1'. The 'SSID' is set to 'REDES ITI'. At the bottom right, there are red and green circular buttons with an 'X' and a checkmark, respectively, for canceling or saving the configuration.

Parameter	Value
Frequency Band	2.4Ghz
Activate 2.4Ghz	ON
Standard (802.11)	b, g, n
Antenna Type	Omnidirectional 2.2 dbi
Antenna orientation °	0
Channel Width (MHz)	20
Power (mW)	1
Height (m)	0
Channel	1
SSID	REDES ITI

*Nota.* Parámetros utilizados para la realizar los mapeos de calor en los salones y áreas registradas.

**Figura 38***Mapa de Calor Laboratorio de redes.*

*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 39***Mapa de Calor Laboratorio de Sistemas*

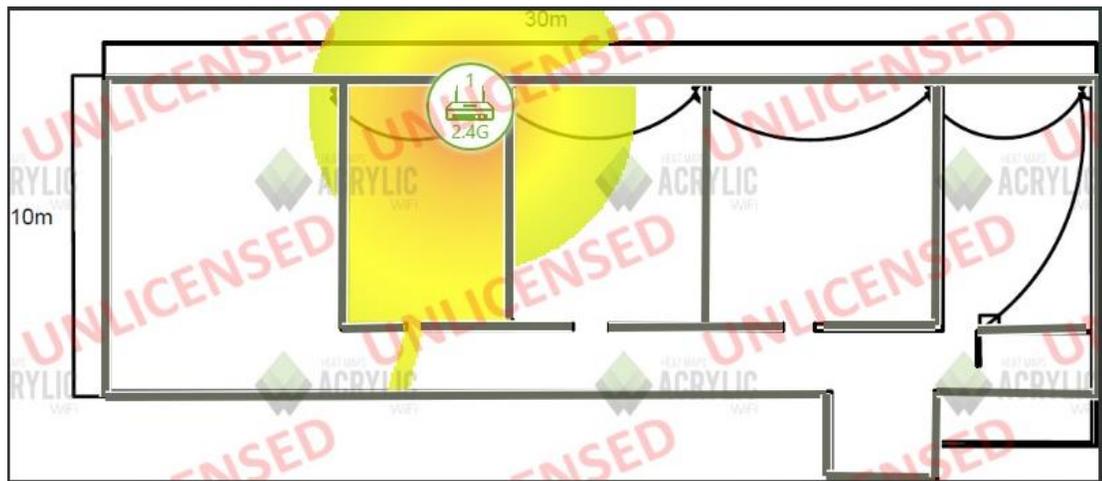
*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 40**  
*Mapa de Calor Laboratorio de Computación.*



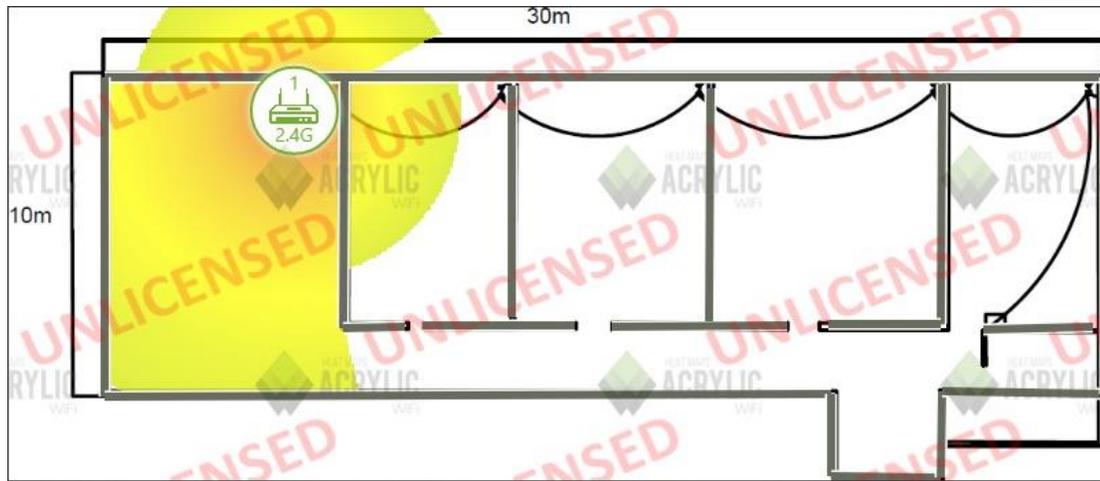
*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 41**  
*Mapa de Calor Laboratorio de Electrónica.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 42**  
*Mapa de Calor Sala Múltiple.*

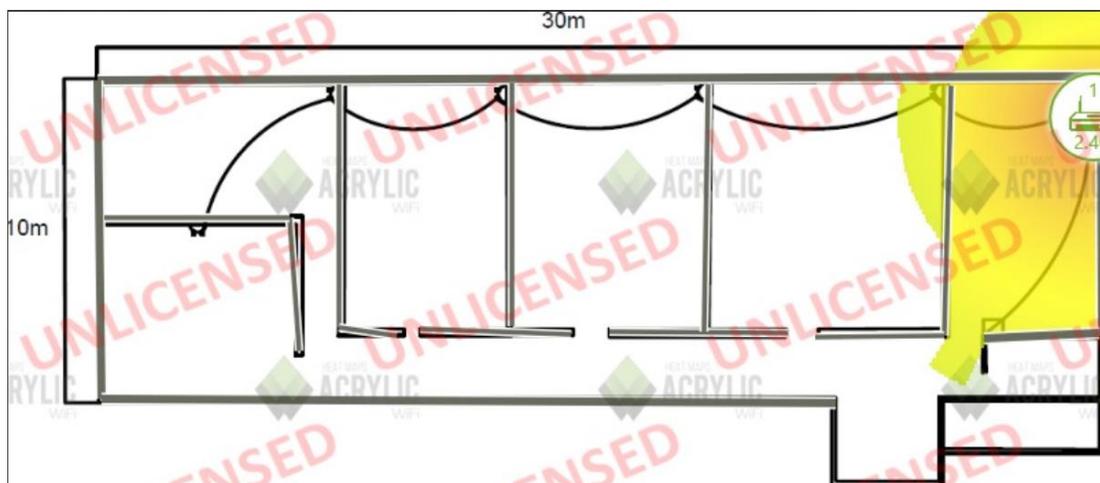


*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Mapa de Calor Tercer y Segundo Piso**

Debido a que el segundo y tercer piso tienen la misma distribución, se los coloca juntos en este apartado.

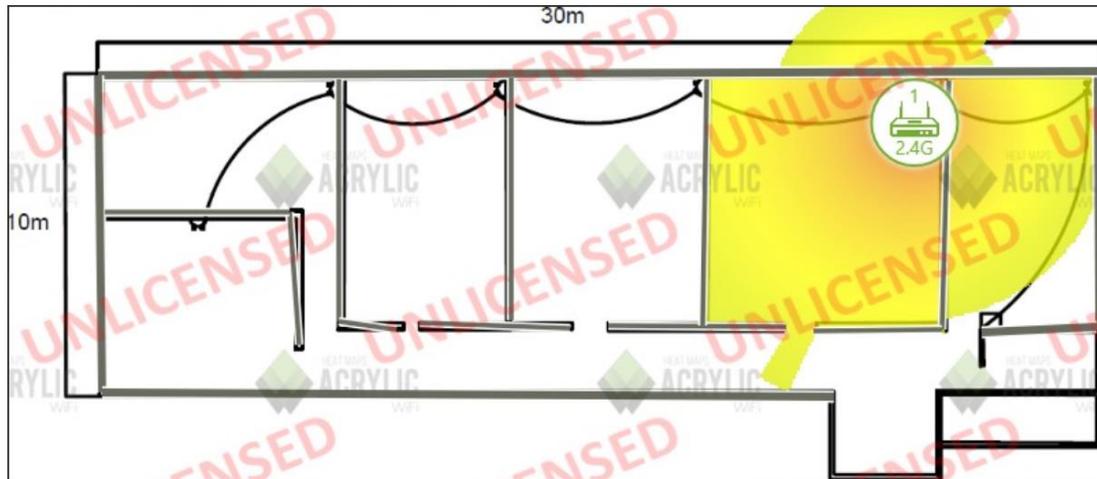
**Figura 43**  
*Mapa de Calor Aula B301 – B201.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 44**

*Mapa de Calor Aula B302 – B202.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 45**

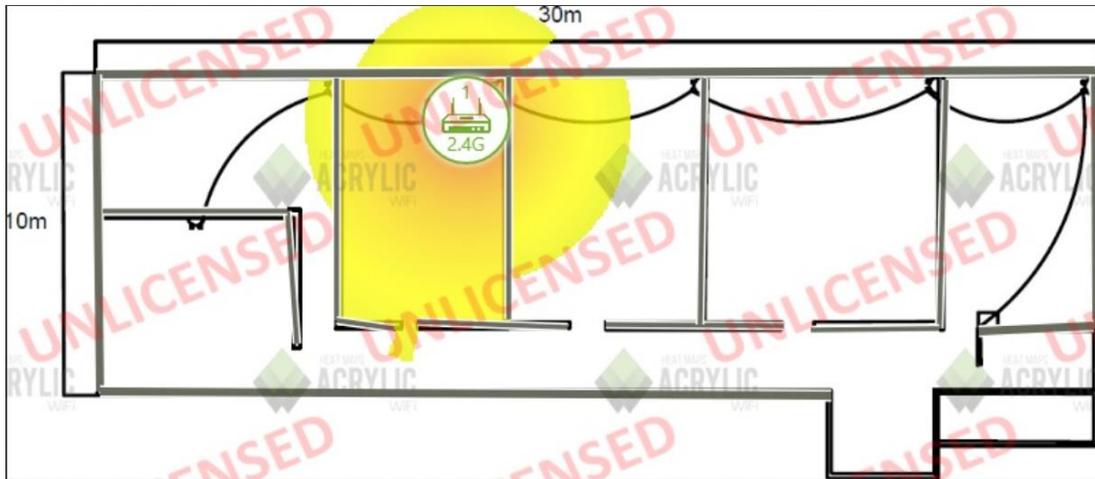
*Mapa de Calor Aula B303 – B203.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 46**

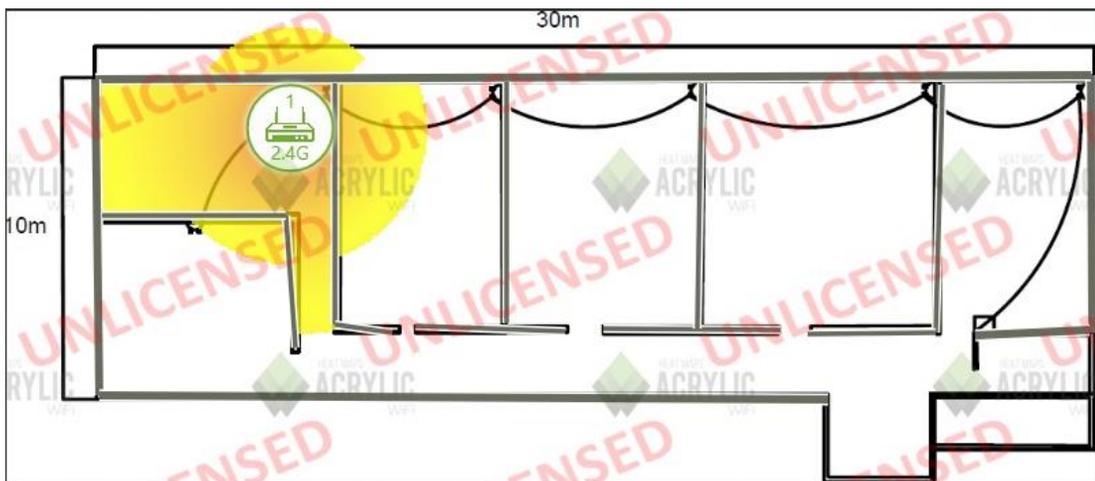
*Mapa de Calor Aula B304 – B204.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 47**

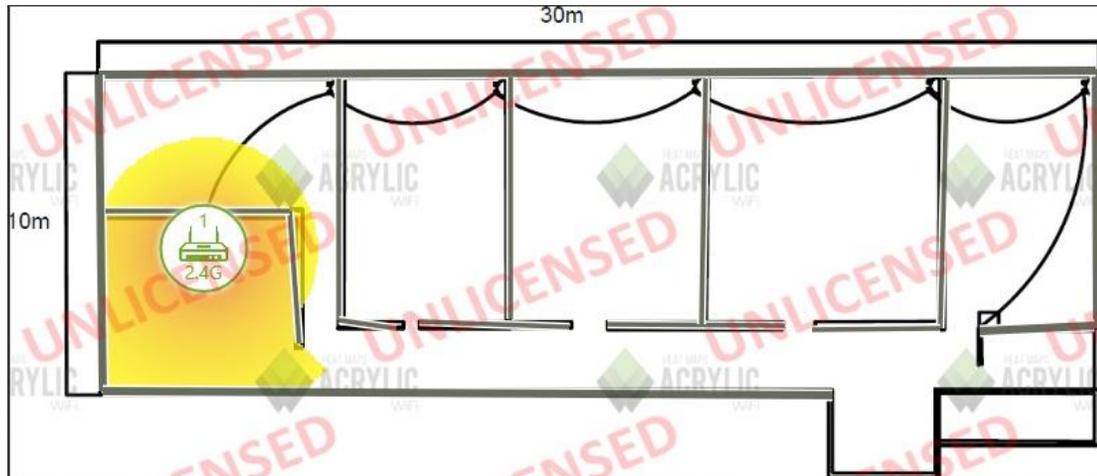
*Mapa de Calor Aula B305 – B205.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 48**

*Mapa de Calor Aula B306 – B206.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

### Mapa de Calor Área de Gastronomía.

**Figura 49**

*Mapa de Calor Taller 1.*



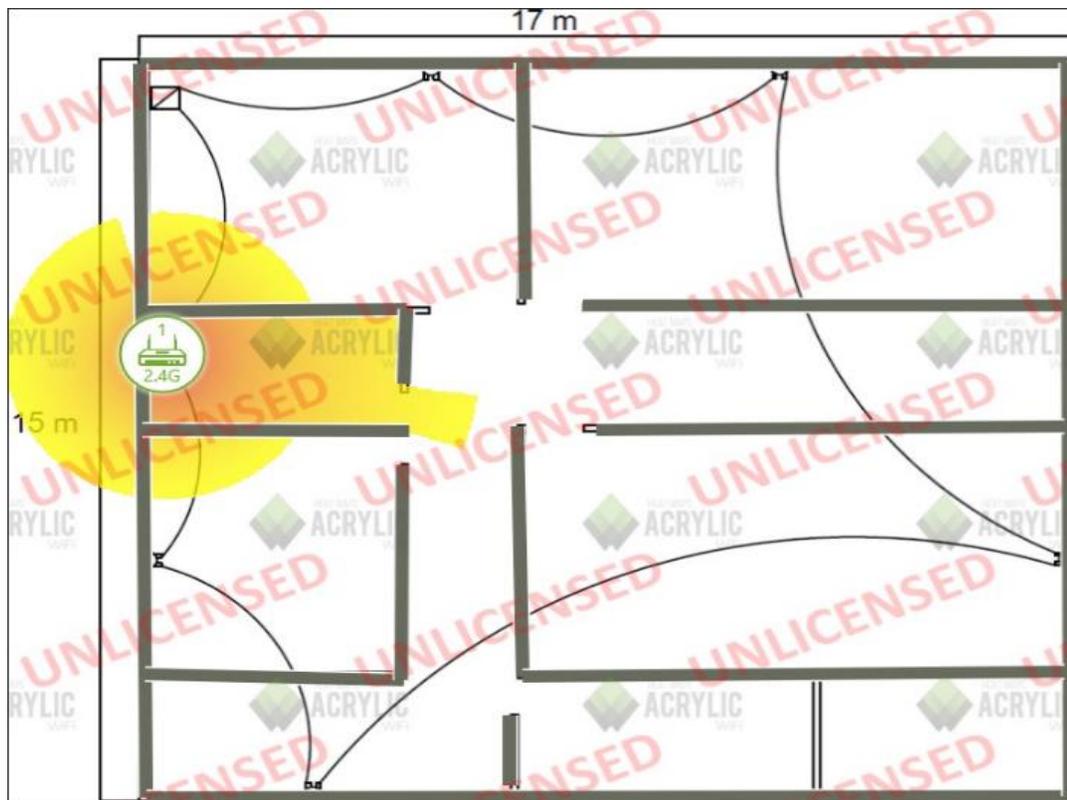
*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 50**  
*Mapa de Calor Taller 2.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 51**  
*Mapa de calor Coordinación Gastronomía.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

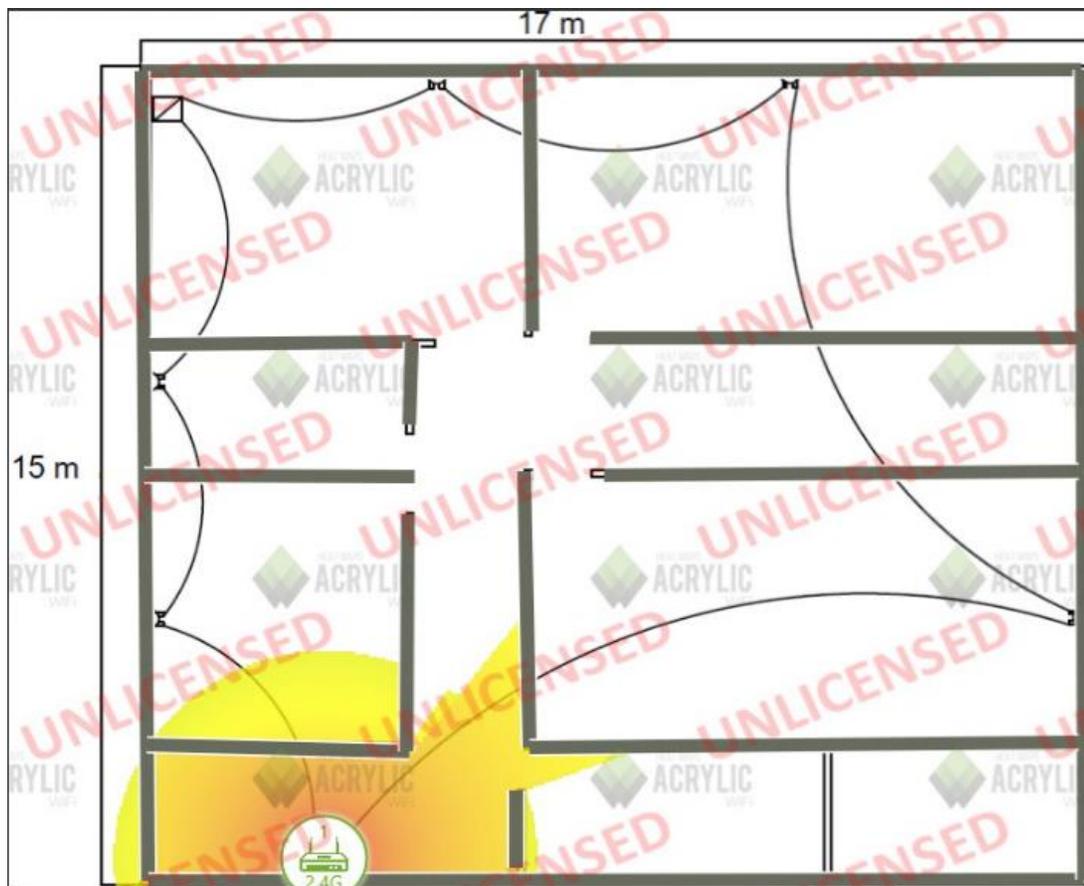
**Figura 52**  
*Mapa de Calor Taller 3.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 53**

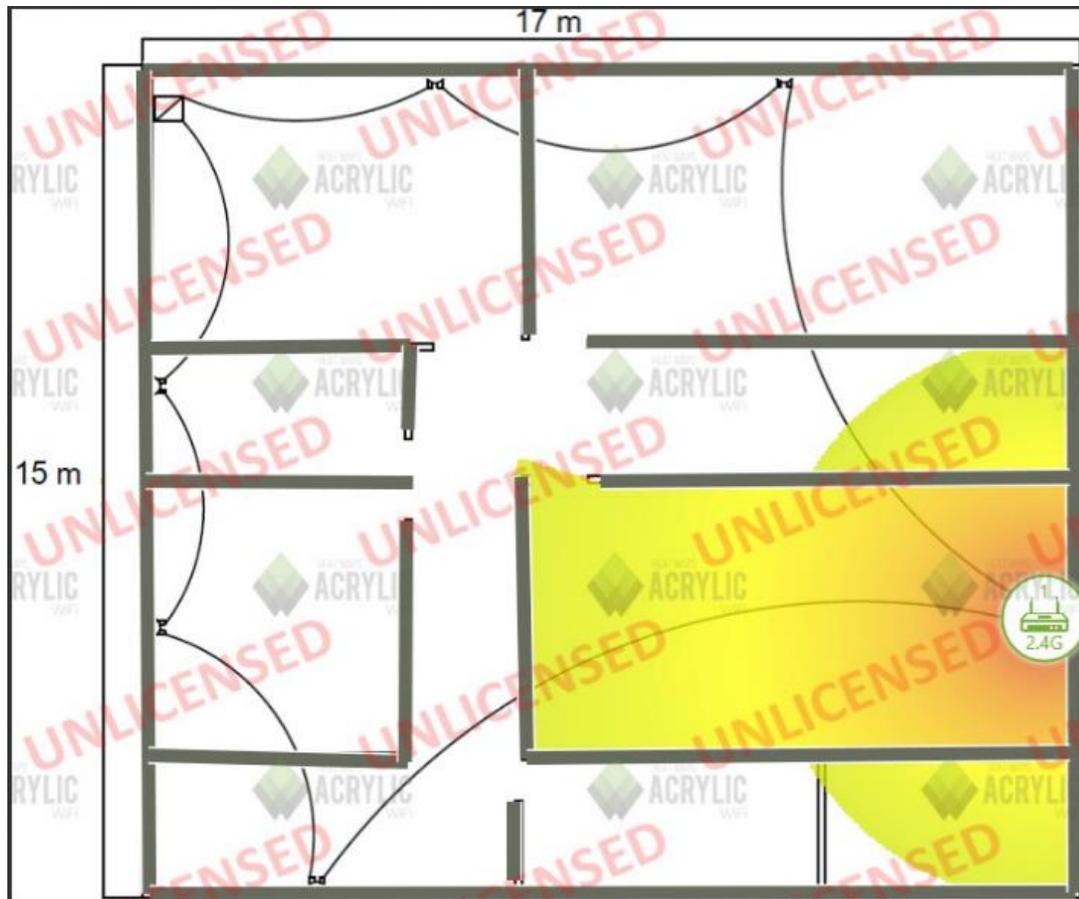
*Mapa de Calor Taller de Alimentos.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 54**

*Mapa de Calor Comedor Gastronomía.*



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

### Mapa de calor Parquederos

**Figura 55**  
Parquederos.



*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

**Figura 56**  
*Parqueaderos.*



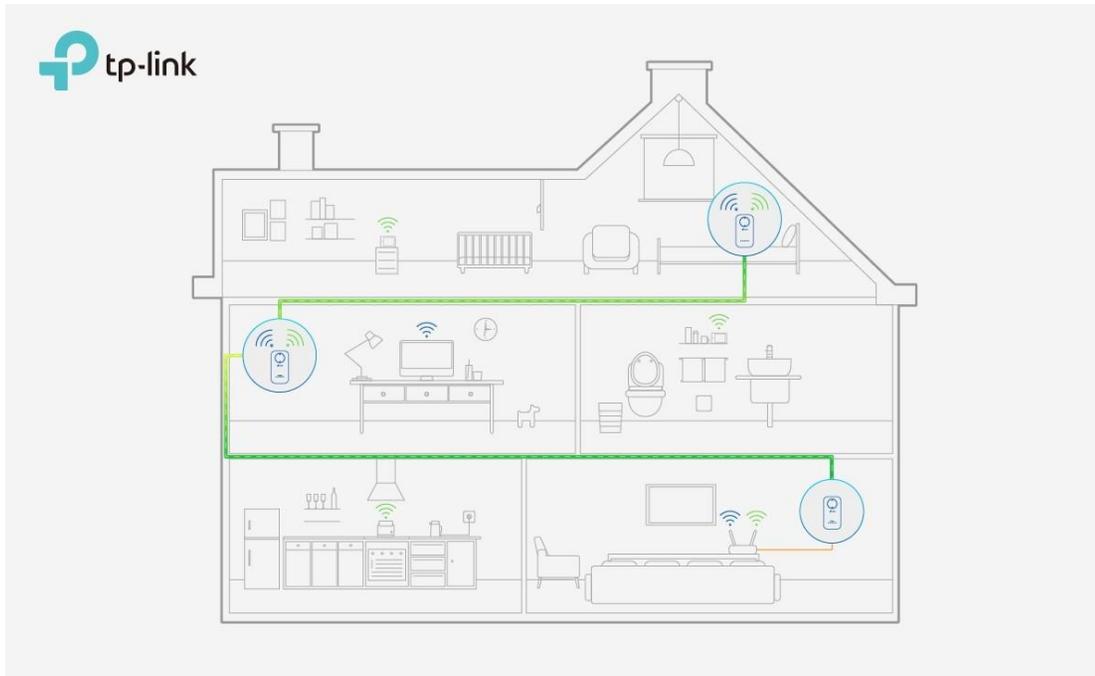
*Nota.* Se observa la propagación de la señal a través de los distintos salones y áreas del edificio.

### ***Elaboración de maqueta para estudio de PLC***

En la Figura 57 se muestra un ejemplo de un diagrama eléctrico donde a través de la línea eléctrica se pueden comunicar, es decir permite usar los cables de las instalaciones eléctricas de una casa u edificio para así poder llevar internet de un punto a otro.

**Figura 57**

*Diagrama Eléctrico del funcionamiento de Power Line en una casa*



*Nota.* La conversión de la corriente eléctrica en una señal de datos por parte del adaptador PLC en el enchufe principal, la transmisión de la señal a través de la red eléctrica, la recepción de la señal en adaptadores PLC en cada habitación y la conexión de los dispositivos de la red a Internet a través del modem y el adaptador PLC en el enchufe principal.

Se realizó un modelo de maqueta donde se llevó a cabo pruebas de funcionamiento de esta tecnología, haciendo que sea mucho más sencillo de entender como es capaz de transmitir señal de internet por medio de un sistema de cableado eléctrico de cobre.

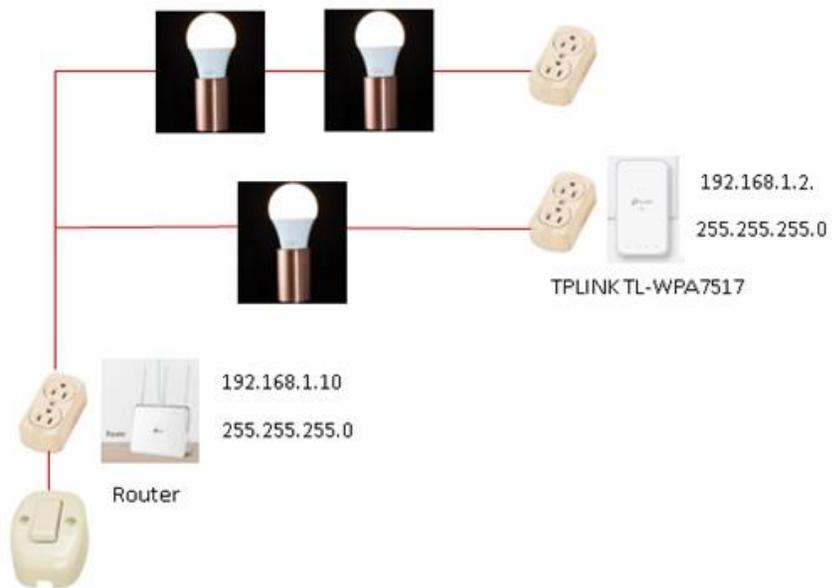
Los materiales que se usaron en esta maqueta son:

**Tabla 17**  
*Materiales de la Maqueta*

<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
<b>Focos</b>	3	1.85
<b>Tomacorrientes</b>	3	1.50
<b>Cable solido</b>	2 metros	0.61
<b>Cable gemelo</b>	1 metro	0.86
<b>Boquilla</b>	3	1.00
<b>Interruptor de luz</b>	1	4.50
<b>Plancha de 122x250</b>	1	22.55
<b>PLC TPLINK TL- WPA7517</b>	1	80.00
<b>Valor total invertido</b>		112.87

Nota. Al finalizar con este proyecto el valor total que se financio para esta investigación fue de 112.87 dólares.

**Figura 58**  
*Diagrama Eléctrico de Maqueta*



*Nota.* Simulación de diagrama eléctrico.

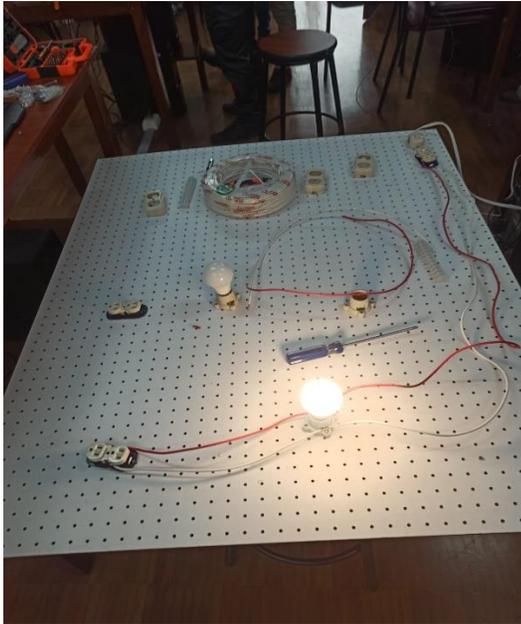
**Figura 59**  
*Materiales utilizados para la maqueta.*



Nota. Al finalizar con este proyecto el valor total que se financio para esta investigación fue de 112.87 dólares.

**Figura 60**

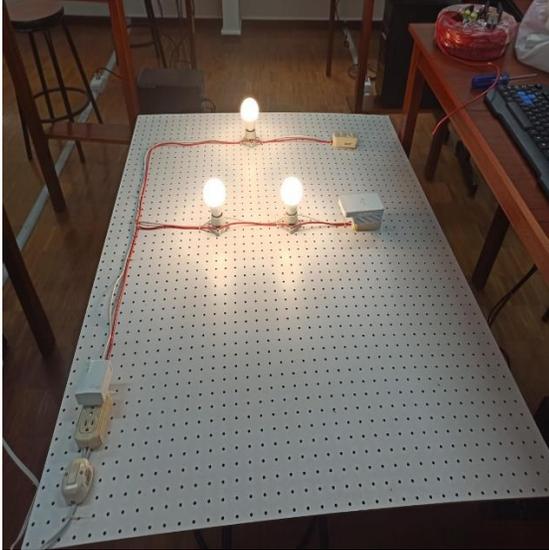
*Maqueta en proceso de ser armada*



*Nota.* La maqueta a mitad de su proceso y realizando pruebas de conexión, verificando que todo esté funcionando de manera correcta.

**Figura 61**

*Maqueta finalizada y funcionando de forma correcta*



*Nota.* Una vez finalizada la maqueta, se pudo transferir la señal a través de cable de cobre, PLC funciono de manera correcta enviando datos entre sí.

En esta maqueta, el mismo cable que utiliza la red eléctrica, sirve para transferir datos de una conexión a Internet. La "portadora" es una señal que transporta datos. Para lograrlo, se emplean señales de diversas frecuencias y tensiones. La señal de datos utiliza un voltaje mucho menor y una frecuencia mucho mayor (entre 2 y 30 MHz), mientras que la corriente eléctrica tiene 50 Hz y 220 voltios.

**Figura 62**  
*Prueba de Ping*

```
C:\Users>ping 192.168.1.2

Haciendo ping a 192.168.1.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo=97ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo=63ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo=23ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 2ms, Máximo = 97ms, Media = 46ms
```

*Nota.* Ya finalizada la maqueta se realizó una prueba de ping para verificar que exista conexión entre ambos dispositivos.

**Figura 63**  
*Prueba de Ping*

```
C:\Users>ping 192.168.1.10

Haciendo ping a 192.168.1.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

*Nota.* Ya finalizada la maqueta se realizó una prueba de ping para verificar que exista conexión entre ambos dispositivos.

En la figura 64 se puede apreciar la maqueta presentada en una casa abierta, donde los asistentes pudieron conocer la tecnología PLC e interactuar con un servicio funcionando en la red creada sobre un circuito eléctrico.

**Figura 64**

*Presentación de maqueta PLC en casa abierta del cole a la U.*



Nota. Se realizó una casa abierta a estudiantes de distintos planteles educativos y se explicó el funcionamiento de PLC y su alternativa de transferir internet por medio de corriente eléctrica.

**Síntesis del capítulo**

En este capítulo se describió las expectativas que se tenían respecto al proyecto como también el análisis de los resultados obtenidos que fueron buenos y se cumplió con los resultados esperados, dando paso al impacto que este proyecto tendría, mejorando la calidad de conectividad en todas las áreas del edificio y detallando paso a paso como se logró todos estos avances para poder llegar a culminar con la implementación de una maqueta.

## **CONCLUSIONES**

Mediante el software Xirrus Wi-Fi Inspector se realizó una auditoria de la red inalámbrica en el campus Ramírez Dávalos, se pudo conocer los espacios utilizados por los estudiantes con deficiente servicio de internet, se estableció una comparativa entre la red existente, y la red con la tecnología PLC donde esta tuvo mejores resultados.

Una vez finalizado el diseño de la red con PLC, la necesidad de comunicación en ciertas áreas del Instituto Tecnológico ITI (campus Ramírez Dávalos) se puede cubrir sin ningún problema, por medio de la red eléctrica instalada se podrá enviar y recibir datos con una velocidad aceptable en aquellas zonas donde existe baja cobertura según el reporte de los estudiantes.

Una ventaja que brinda Power Line es la facilidad de implementar en cualquier área que se necesite y la movilidad del equipo receptor de señal, cualquier área que cuente con cableado eléctrico puede tener una red de comunicación de datos.

Entender las bases teóricas de la tecnología PLC y verificar su funcionamiento, será posible gracias a la maqueta desarrollada para este propósito.

## **RECOMENDACIONES**

Es fundamental realizar pruebas de continuidad en todos los puntos de tendido eléctrico para identificar zonas de cobertura con los equipos PLC y detectar circuitos aislados donde la señal PLC no fluiría.

Se debe configurar al emisor de señal PLC con el mismo SSID y password de la red LAN institucional para asegurar el acceso a clientes.

Cuando se utiliza esta tecnología para conectar un modem PLC, es importante tener una toma de corriente dedicado, esto para evitar interferencia causadas por el artefacto eléctrico conectado en la misma toma de corriente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo, A. (2016). Instalación y Puesta en Funcionamiento de un Sistema de Comunicaciones VoIP (SIP) para La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Quito. Estado. (2017). *Constitución Ecuador*. Quito.
- Google. (2022). *Gogle Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Mercado+de+Santa+Clara/@-0.2010255,-78.4984005,18.75z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x629a9f1f86c339cf!8m2!3d-0.1998031!4d-78.4994424>
- Ingeniatic. (12 de Agosto de 2021). *Ingeniatic*. Obtenido de [https://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatic/index.php/tecnologias/item/552-plc-power-line-communications.html#:~:text=En%201997%2C%20las%20compañías%20United,PLC%20\(Power%20Line%20Communications\)](https://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatic/index.php/tecnologias/item/552-plc-power-line-communications.html#:~:text=En%201997%2C%20las%20compañías%20United,PLC%20(Power%20Line%20Communications)).
- (Escobar y Jose Menéndez Sánchez, 2006)  
Escobar y Jose Menéndez Sánchez, A. C. (2006). *“Diseño e implementacion de la ultima milla del servicio de internet usando las redes electricas de media y baja tension de un sector de la ciudad de Guayaquil usando la tecnologia Power Line Communications (PLS)”*. Escuela Superios Politecnica del Litoral .
- Voipalia. (2022). *Historia del Voip*. Obtenido de <http://www.voipalia.com/project/historia-voip/>
- Webex. (2021). Obtenido de <https://blog.webex.com/es/sistema-telefonico-en-la-nube/como-elegir-el-mejor-sistema-telefonico-para-pequenas-empresas/>
- Cañon, Y. (2016). Estudio de la Factibilidad Técnica de la implementación de PLC (Power Line Communication) en la red de distribución eléctrica de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- (*Capa física: todo acerca de la primera capa del modelo OSI, s/f*)  
*Capa física: todo acerca de la primera capa del modelo OSI. (s/f)*. IONOS Digital Guide. Recuperado el 1 de mayo de 2023, de <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/capa-fisica/>
- Capa física: todo acerca de la primera capa del modelo OSI. (s/f)*. IONOS Digital Guide. Recuperado el 1 de mayo de 2023, de <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/capa-fisica/>

- Celis, J. (2021, mayo 4). ▷ *IEEE 802.11 (a / b / g / n / ac): estándares de Wi-Fi en 2023* → ENTRECHIPS®. Entrechips: web de reparación, mantenimiento y tutoriales de PC y LINUX. <https://entrechips.org/ieee-802-11-a-b-g-n-ac-estandares-de-wi-fi/>
- Cruzito. (2020, noviembre 4). *¿Qué es la amplitud? - Definición y frecuencia*. Estudiando. <https://estudiando.com/que-es-la-amplitud-definicion-y-frecuencia/>
- Encalada, M. E. P. (2008). *“Estudio y Diseño de una red Lan para voz y datos utilizando tecnología Power Line Communications (PLC) como alternativa al cableado estructurado para un edificio de oficinas*. Escuela Politecnica Nacional.
- Escobar y Jose Menéndez Sánchez, A. C. (2006). *“Diseño e implementacion de la ultima milla del servicio de internet usando las redes electricas de media y baja tension de un sector de la ciudad de Guayaquil usando la tecnologia Power Line Communications (PLS)”*. Escuela Superios Politecnica del Litoral .
- Hernández Gracia, J. F. (2018). Tipos de Investigación. *Boletín Científico de la Escuela Superior de Atotonilco de Tula*, 5(9). <https://doi.org/10.29057/esat.v5i9.2885>
- Hwang, D. (2021, abril 23). *Red de área local o LAN*. ComputerWeekly.es; TechTarget. <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Red-de-area-local-o-LAN>
- Karystefa, P. (2013, octubre 2). *Ventajas y Desventajas del Power Line Communications (PLC) red local a través de los enchufes*. karystefa. <https://karystefa.wordpress.com/2013/10/02/ventajas-y-desventajas-del-power-line-communications-plc-red-local-a-traves-de-los-enchufes/>
- Kit Adaptador PLC Wi-Fi AV1000 Gigabit TL-WPA7517*. (s/f). Tp-link.com. Recuperado el 7 de abril de 2023, de <https://www.tp-link.com/es/home-networking/powerline/tl-wpa7517-kit/>
- Leskow, E. C. (s/f-a). *Frecuencia*. Concepto. Recuperado el 7 de abril de 2023, de <https://concepto.de/frecuencia/>

- PArra, E. (s/f). *Escuela Politécnica Nacional facultad de ingeniería eléctrica y electrónica estudio y diseño de una red lan para voz y datos, utilizando tecnología power line communications (plc) como alternativa al cableado estructurado para un edificio de oficinas proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en electrónica y redes de información*. Edu.ec. Recuperado el 4 de julio de 2023, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1013/1/CD-1453%282008-05-21-03-06-48%29.pdf>
- Nolan, R. (2021, septiembre 30). *Cómo elegir el mejor sistema telefónico para pequeñas empresas*. Welcome to the Video Conferencing Hub; Webex by Cisco. <https://blog.webex.com/es/sistema-telefonico-en-la-nube/como-elegir-el-mejor-sistema-telefonico-para-pequenas-empresas/>
- Paucar, M. R. M. (2015). *Diseño de una red de area local mediante tecnologia power line communication indoor que permita la distribucion de internet en un edificio habitacional ubicado en el distrito de villa el Salvador*. UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLOGICA DE LIMA SUR.
- Planas, O. (2021, septiembre 27). *¿Qué es la potencia eléctrica? Concepto y definición*. Solar-energia.net. <https://solar-energia.net/electricidad/corriente-electrica/potencia-electrica>
- PLC (Power Line Communications)*. (s/f). ingeniatic. Recuperado el 3 de febrero de 2023, de <https://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatic/index.php/tecnologias/item/552-plc-power-line-communications.html>
- Rouse, M. (2016, diciembre 29). *Red de área extensa (WAN)*. ComputerWeekly.es; TechTarget. <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Red-de-area-extensa-WAN>
- Tipos de Investigacion (Segun Roberto Sampieri)*. (s/f). Blogspot.com. Recuperado el 17 de mayo de 2023, de <https://metodoucv.blogspot.com/2015/04/tipos-de-investigacion-segun-hernan.html>
- Ecuador, M. d. (15 de Junio de 2023). *Plan de expacion de la trasmision*. Obtenido de Plan de expacion de la trasmicion: <https://www.rekursyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/5.-PLAN-DE-EXPANSION-DE-LA-TRANSMISION.pdf>

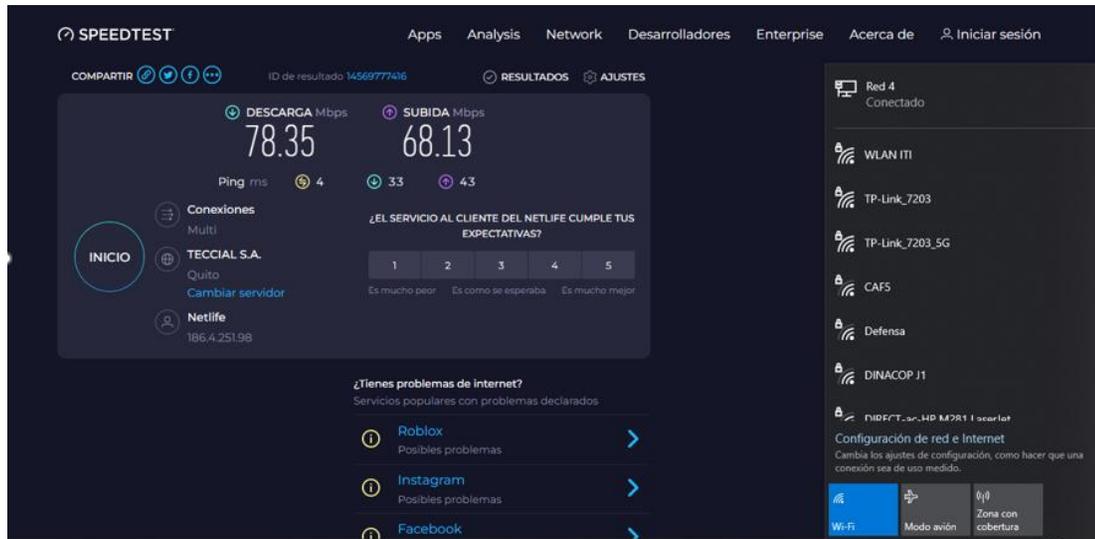
- Kit de Wi-Fi AV1000 Gigabit Powerline ac.* (s/f). Tp-link.com. Recuperado el 19 de septiembre de 2023, de <https://www.tp-link.com/ec/home-networking/powerline/tl-wpa7517-kit/>
- Bobadilla, L. J. (22 de 08 de 2020). *RPubs*. Generación, Transmisión y Distribución: Generación, Transmisión y Distribución
- Espacio Honduras*. (27 de 09 de 2023). Voltaje eléctrico: <https://www.espaciohonduras.net/voltaje-electrico>
- Félix, S. E. (27 de 09 de 2023). *Escuela Politecnica Nacional*. Estudio de Factibilidad de Operaciones de Sistemas Moviles.
- Redes Informaticas. (27 de 09 de 2023). *Redes WLAN: ¿Qué es? Características, funciones y ventajas*. Redes Informaticas: <https://redesinformaticas.org/red-wlan/>
- Romero, J. (2023 de 09 de 2023). *geeknetic*. ¿Qué es el Ethernet y para qué sirve?: <https://www.geeknetic.es/Ethernet/que-es-y-para-que-sirve>
- Significados.com*. (27 de 09 de 2023). Qué son las Ondas Electromagnéticas (y sus características): <https://www.significados.com/onda-electromagnetica/>
- ViaSatelital*. (27 de 09 de 2023). ¿Qué es la longitud de onda?: [https://viasatelital.com/proyectos\\_electronicos/longitud\\_onda.php](https://viasatelital.com/proyectos_electronicos/longitud_onda.php)
- Verizon. (21 de 02 de 2023). *Ancho de banda*. Verizon: <https://espanol.verizon.com/articles/internet-essentials/bandwidth-definition/>
- Xfinity. (29 de 09 de 2023). *¿Qué es la velocidad de Internet y cómo se mide?* Xfinity: <https://es.xfinity.com/hub/internet/internet-speed#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20velocidad%20de,Un%20megabit%20tiene%201%2C024%20kilobits.>

## ANEXOS

## Resultados 4to Piso

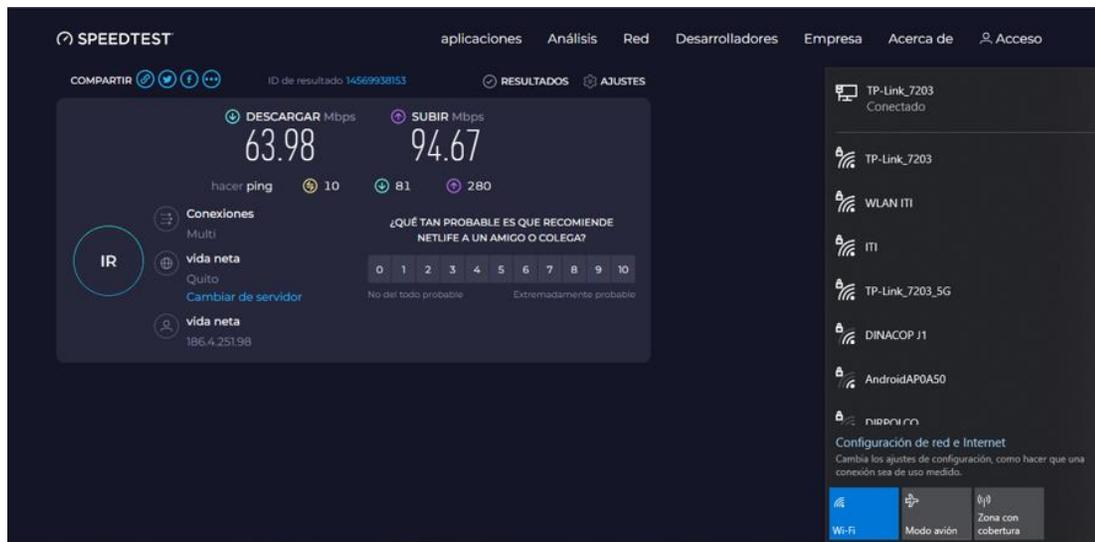
## Figura 65

*Test por Cable LAN en Laboratorio Redes.*



## Figura 66

*Test Wi-Fi Equipo Power Line Laboratorio de Redes.*

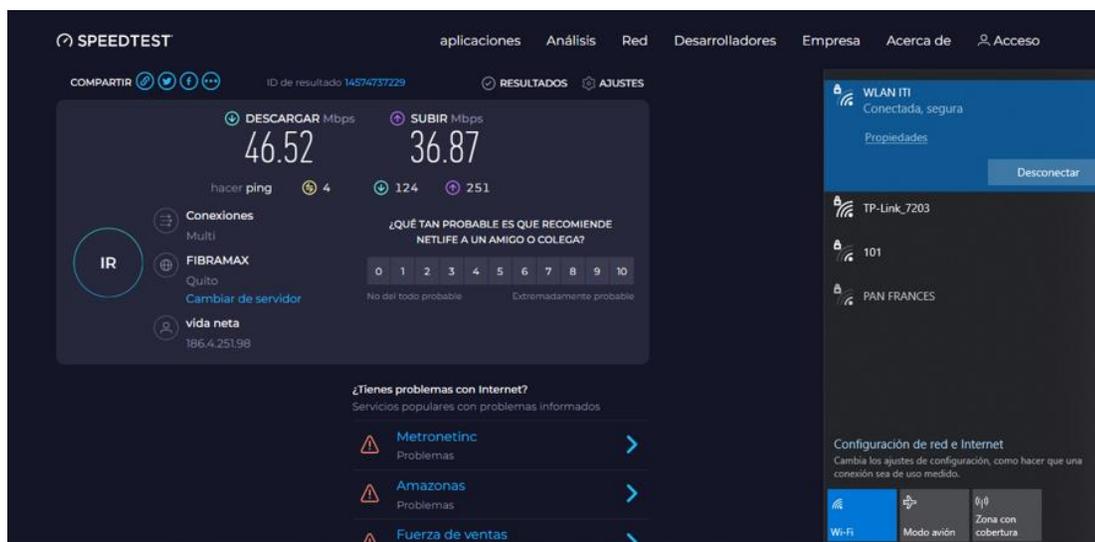


**Figura 67**

*Test Wi-Fi Equipo Power Line Taller 2 Gastronomía.*

**Figura 68**

*Test de Red ITI Wi-Fi Taller 2.*



## Resultados de Test de Potencia en Distintas Áreas

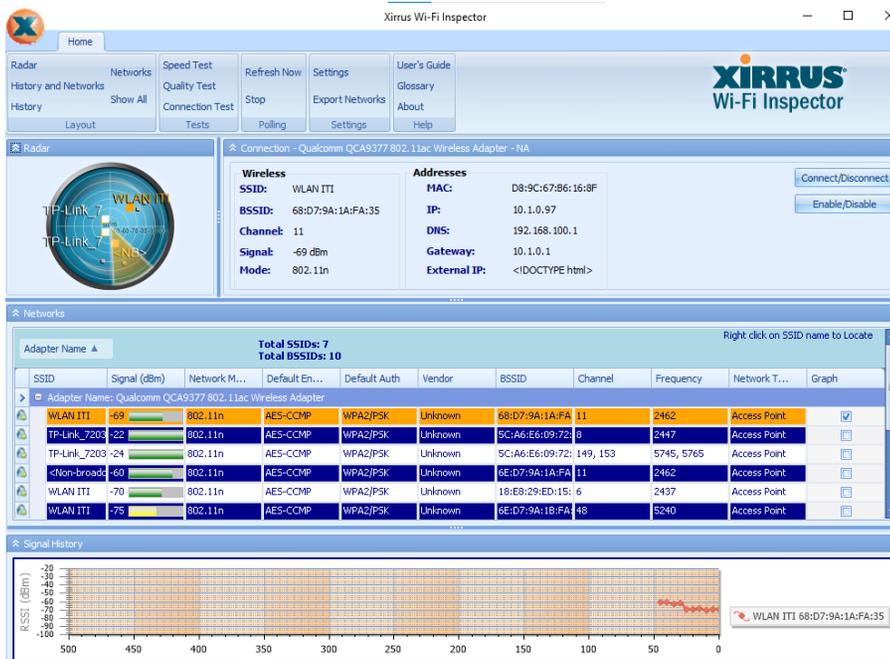
**Figura 69**

*Test de Potencia Taller 1 Gastronomía.*



**Figura 70**

*Test de Potencia Taller 2 Gastronomía.*



**Figura 71**

*Video de la entrevista.*



Nota. <https://youtu.be/Xn-ihn4cLtw?si=kcwOISHV0I4TBZIB>