

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERIA
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
MENCION EN GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE TECNOLOGÍA



**PROPUESTA DE UNA RED WLAN ALIMENTADA CON
ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LOS DEPARTAMENTOS DE
RECTORADO, VICERRECTORADO, DEPARTAMENTO MÉDICO
Y CONSEJERÍA ESTUDIANTIL, CASO DE ESTUDIO UNIDAD
EDUCATIVA FISCAL 23 DE OCTUBRE MONTECRISTI**

AUTOR

KLEVERS ALEXANDER MÉNDEZ PICO

DIRECTOR:

DIEGO ALFONSO ALMEIDA GALARRAGA

QUITO, 2023

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Por medio de la presente, yo Klevers Alexander Méndez Pico, titular de la cédula de identidad 131533933-1, autor del proyecto de titulación: "Propuesta de una red WLAN alimentada con energía fotovoltaica para los departamentos de rectorado, vicerrectorado, departamento médico y consejería estudiantil, caso de estudio Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre Montecristi", manifiesto por escrito que:

Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Manta, 31 de octubre de 2023



Firmado electrónicamente por:
**KLEVERS ALEXANDER
MENDEZ PICO**

Klevers Alexander Méndez Pico
Ingeniero en tecnologías de la información
C.I. 1315339331
Autor

APROBACIÓN DEL TUTOR

Como director del trabajo de titulación: "Propuesta de una red WLAN alimentada con energía fotovoltaica para los departamentos de rectorado, vicerrectorado, departamento médico y consejería estudiantil, caso de estudio Unidad Educativa Fiscal 23 de Octubre Montecristi", presentado por el maestrante Klevers Alexander Méndez Pico, con cédula de identidad N.º 131533933-1, previo a la obtención del título de Magíster en tecnologías de la información, mención en gestión y administración de tecnología, considero que dicho trabajo cumple con los requisitos y méritos necesarios para ser evaluado por los lectores-evaluadores designados por la facultad de Ingeniería de la Universidad Pontificia Católica del Ecuador.

Quito, 10 de noviembre de 2023



Firmado electrónicamente por:
DIEGO ALFONSO
ALMEIDA GALARRAGA

Diego Alfonso Almeida Galarraga

Ingeniero en electrónica y telecomunicaciones

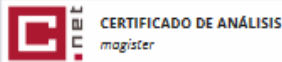
Máster universitario en tecnologías de la información y comunicaciones en redes móviles

Doctor en el programa de doctorado en ingeniería biomédica

C.I. 1720949823

Director

INFORME ANTI-PLAGIO



TESIS FINAL- KLEVERS MENDEZ- signed

4%
Textos
sospechosos

2% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
1% Idioma no reconocido
0% Textos potencialmente generados
por la IA

Nombre del documento: TESIS FINAL- KLEVERS MENDEZ-signed.pdf
ID del documento: 28893afe9d47792003061d5c144138ef2573cc73
Tamaño del documento original: 5,06 MB

Depositante: Diego Almeida Galárraga
Fecha de depósito: 10/11/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 10/11/2023

Número de palabras: 30.150
Número de caracteres: 213.326

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.pucesa.edu.ec Modelo de gestión de riesgo operativo para institucio... http://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/34552/77631.pdf.txt 18 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (100 palabras)
2	repositorio.unesum.edu.ec http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3521/1/TESIS_FINAL_CALDERON_EMPASTAR.pdf 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (83 palabras)
3	localhost Diseño y simulación de alumbrado público inteligente utilizando Cupca... http://localhost:8080/xmlui/bitstream/3317/18048/3/T-U-CSG-PRE-TEC-CIEA-2.pdf.txt 18 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (77 palabras)
4	repositorio.uisrael.edu.ec https://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/3381/1/UIsRAEL-EC-MASTER-TELCOM-378.242-2... 18 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (78 palabras)
5	bibdigital.epn.edu.ec http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/13028/1/CD-6689.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (66 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.unu.edu.pe Red wifi basada en la metodología Top-Down para mejor... http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3730#~:text=Red+wifi+basada+en+la+metodolog\u00eda+Top-Dow...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
2	Diseño de una red inalámbrica bajo el estándar IEEE 802.11n/ac para la empresa... Avar/dspace/bitstream/15000/20097/3/CD-9535.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
3	rraae.cedia.edu.ec https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UG_7c72ee50ae8c4200071d2161282d9b6f6	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
4	dialnet.unirioja.es Oscar Gualdrón González - Dialnet https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=3182015	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
5	repositorio.espe.edu.ec Diseño e implementación de una red de comunicacione... https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/11218?show=full&locale=attribute-es	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://forms.gle/Bpta1pmeDo7z6j577>
- <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28377.75368>
- <https://oa.upm.es/id/eprint/52204>
- <https://doi.org/10.18674/EXACTA.V4I3.692>
- <https://www.recursoyenergia.gob.ec/las-tarifas-de>

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Klevers Alexander Méndez Pico, ecuatoriano con C.I. 131533933-1, egresado de la Universidad Pontificia Católica del Ecuador, afirmo por escrito ser el autor intelectual del proyecto de titulación titulado: "Propuesta de una red WLAN alimentada con energía fotovoltaica para los departamentos de rectorado, vicerrectorado, departamento médico y consejería estudiantil, caso de estudio Unidad Educativa Fiscal 23 de Octubre Montecristi", dicho proyecto fue presentado como parte del programa académico universitario para la obtención del título de Magister en tecnologías de la información, mención en gestión y administración de tecnología.

Manta, 31 de octubre de 2023



Firmado electrónicamente por:
**KLEVERS ALEXANDER
MENDEZ PICO**

Klevers Alexander Méndez Pico
Ingeniero en tecnologías de la información
C.I. 1315339331
Autor

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN GESTIÓN
Y ADMINISTRACIÓN DE TI

PROPUESTA DE UNA RED WLAN ALIMENTADA CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA
PARA LOS DEPARTAMENTOS DE RECTORADO, VICERRECTORADO,
DEPARTAMENTO MÉDICO Y CONSEJERÍA ESTUDIANTIL, CASO DE ESTUDIO
UNIDAD EDUCATIVA FISCAL 23 DE OCTUBRE MONTECRISTI

RESUMEN

Desde la creación de la primera red inalámbrica hasta la actualidad, las redes de área local inalámbrica (WLAN), ha ganado relevancia ya que han atendido a las demandas de conectividad de usuarios de forma práctica, transformado las comunicaciones tradicionales en conexiones con movilidad y portabilidad (Vásquez Acuña, 2015). El presente proyecto de titulación nace luego de evidenciar los problemas relacionados con la inestabilidad energética y la evidente ausencia de señal de internet en los departamentos de rectorado, vicerrectorado, médico y DECE, de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre. Con el diseño e implementación de una red WLAN alimentada por energía fotovoltaica, se podrá asegurar un suministro constante y sostenible, de la señal de internet y de este modo brindar conectividad inalámbrica a las áreas mencionadas anteriormente. Dentro del trabajo se realizó una investigación, la cual se encuentra plasmada en marco teórico, en ella se definen los conceptos claves y las tecnologías utilizadas para el diseño de la red y del sistema fotovoltaico.

Desde la perspectiva metodológica, la investigación llevada a cabo adopta hacia un enfoque cuantitativo enfocándose en la recopilación y evaluación de datos y combinando diferentes técnicas estadísticas para su análisis, gracias a la metodología seleccionada se logró conocer las necesidades específicas de cada departamento. A partir del capítulo 4 se desarrolla la propuesta del proyecto y a través de las fases que conforman a la metodología en cascada se detallaron las zonas sin conexión de los departamentos administrativos, se presentaron los equipos utilizados en la construcción de la nueva red y del sistema fotovoltaico, su estructura y se aplicaron pruebas para confirmar el correcto funcionamiento del proyecto. En cuanto a los resultados obtenidos se destaca la mejora significativa entorno a la conectividad y autonomía energética de la nueva red. El documento quedara disponible a la comunidad académica como un punto más de apoyo para quienes en el futuro se topen con una problemática similar, demostrando como la combinación de la metodología utilizada y los simuladores Acrylic y Solaris, indudablemente ayudaron a planificar la instalación del proyecto, agilizar los tiempos de trabajo, y a resolver los desafíos previos.

Palabras claves: conectividad; energía solar; red WLAN.

PONTIFICAL CATHOLIC UNIVERSITY OF ECUADOR
FACULTY OF ENGINEERING
MASTER'S DEGREE IN INFORMATION TECHNOLOGY WITH A SPECIALIZATION
IN IT MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

PROPOSAL FOR A WLAN NETWORK POWERED BY PHOTOVOLTAIC ENERGY FOR
THE RECTOR'S OFFICE, VICE-RECTOR'S OFFICE, MEDICAL DEPARTMENT AND
STUDENT COUNSELING OFFICE, CASE STUDY FISCAL EDUCATION UNIT OCTOBER
23 MONTECRISTI

ABSTRACT

Since the creation of the first wireless network to the present, wireless local area networks (WLAN) have gained relevance as they have met the connectivity demands of users in a practical way, transforming traditional communications into connections with mobility and portability. (Vásquez Acuña, 2015). This degree work was born after evidencing the problems related to energy instability and the evident absence of internet signal in the rectorate, vice-rectorate, medical and DECE departments, of the Fiscal Educational Unit October 23. With the design and implementation of a WLAN network powered by photovoltaic energy, it will be possible to ensure a constant and sustainable supply of the internet signal and thus provide wireless connectivity to the areas mentioned above. An investigation was carried out, which is embodied in a theoretical framework, in which the key concepts and technologies used for the design of the network and the photovoltaic system are defined.

From the methodological perspective, the research carried out adopts a quantitative approach focusing on the collection and evaluation of data and combining different statistical techniques for its analysis, thanks to the selected methodology it was possible to know the specific needs of each department. Starting from chapter 4, the project proposal is developed and through the phases that make up the cascade methodology, the areas without connection of the administrative departments were detailed, the equipment used in the construction of the new network and the photovoltaic system were presented. , its structure and tests were applied to confirm the correct functioning of the project. Regarding the results obtained, the significant improvement in the connectivity and energy autonomy of the new network stands out. The document will remain available to the academic community as one more point of support for those who encounter a similar problem in the future, demonstrating how the combination of the methodology used, the Acrylic and Solarius simulators, undoubtedly helped to plan the installation of the project. speed up work times and solve previous challenges.

Keywords: connectivity; solar energy; WLAN network

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Objetivos de la investigación	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Descripción General del Proyecto	6
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.2. Trabajos Relacionados.....	10
2.3. Bases teóricas	16
Redes WLAN.....	16
Modo de operación de las redes WLAN	16
Topología de red	18
Bandas y espectros de redes WLAN	20
Ventajas de las redes WLAN	20
Desventajas de las redes WLAN	20
Estándares en redes WLAN	21
Onda electromagnética	22
Características de las ondas electromagnéticas.....	23
Frecuencia	23
Amplitud	23
Polaridad	23
Longitud	23
Fase.....	23
Protocolos de seguridad en redes inalámbricas	24
WEP (Wired Equivalent Privacy).....	24
WPA (Wireless Protected Access).....	24

WPA2.....	24
WPA 3.....	24
EAP	25
Filtrado MAC	25
Firewall	25
Autenticación 802.1x	26
Elementos que componen una red inalámbrica	26
Antenas	26
Router	27
Punto de acceso (Access Point).....	27
Switch.....	27
Controlador de (red) hardware	28
Cables de red	28
Energía fotovoltaica	29
Ventajas de los sistemas fotovoltaicos.....	30
Generación fotovoltaica autónoma	30
Elementos que conforman un sistema fotovoltaico	31
Generador Fotovoltaico (Panel fotovoltaico)	31
Panel policristalino.....	31
Panel monocristalino.....	32
Sistema de acumulación.....	32
Regulador de carga solar	33
Regulador PWM	33
Regulador MPPT	34
Inversor solar	34
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	35
3.1. Consideraciones Generales.	35
Métodos utilizados.....	36
Método de Campo.....	36
Método Analítico	36
Método Histórico-lógico	36
Método Estadístico – Matemático.....	36
Tipo de investigación.....	37

Diseño de investigación	38
Unidades de estudio	38
Población.....	38
Muestra	39
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
Técnica de análisis de datos	41
Operacionalización de variables.....	41
3.2. Diseño del Sistema de Comunicación WLAN	42
3.3. Diseño de alimentación de energía solar	43
3.4. Implementación del Sistema	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	47
4.1. Análisis de datos.....	47
4.2. Presentación de la propuesta	57
4.3. Fase de requerimientos	58
4.4. Fase de diseño.....	64
Punto de acceso TP-link EAP Omada 110	65
Controlador de red TP-link Omada OC200	66
Switch TP-link TL-SG1005P	66
Cable Utp Cat 6.....	67
Consumo eléctrico de los equipos de red.....	68
Panel solar	70
Batería	71
Controlador de energía.....	71
Inversor	72
Breaker	72
Timer	73
Presupuesto	73
Ubicación de los nuevos equipos de red	74
Simulación del sistema fotovoltaico	75
4.5. Fase de implementación.....	79

4.6.	Fase de pruebas	82
4.7.	Fase de mantenimiento	85
	Red WLAN.....	85
CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		87
5.1.	Resultados Positivos:.....	87
5.2.	Resultados Negativos	87
5.3.	Problemas en la implementación.....	88
5.4.	Análisis entre el diseño y la implementación.....	89
	Comparación diseño e implementación:	89
CAPITULO VI: CONCLUSIONES		91
6.1.	Conclusiones.....	91
6.2.	Recomendaciones	92
6.3.	Trabajos Futuros	93
BIBLIOGRAFÍA.....		94
ANEXOS		100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Problemáticas encontradas en la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre.....	3
Figura 2 Clasificación de redes inalámbricas.....	16
Figura 3 Arquitectura BSS	17
Figura 4 Ad hoc network	17
Figura 5 Topología tipo bus.....	18
Figura 6 Topología tipo anillo.....	18
Figura 7 Topología tipo estrella.....	19
Figura 8 Topología tipo malla.....	19
Figura 9 Topología tipo árbol.....	19
Figura 10 Absorción de señales inalámbricas	21
Figura 11 Estándares IEEE 802.11.....	21
Figura 12 Onda electromagnética	22
Figura 13 Implementación de un firewall creando un perímetro de defensa	25
Figura 14 Diagrama de radiación en 3D y en 2D	26
Figura 15 Panel policristalino.....	31
Figura 16 Panel monocristalino.....	32
Figura 17 Controlador solar PWM y MPPT	33
Figura 18 Representación gráfica de un sistema fotovoltaico	34
Figura 19 Diagrama de bloque red WLAN.....	43
Figura 20 Diagrama del sistema fotovoltaico.....	44
Figura 21 Procesos metodología en cascada.....	45
Figura 22 Nivel de conocimiento en cuanto a las redes inalámbricas	47
Figura 23 Nivel de conocimiento sobre la energía fotovoltaica	48
Figura 24 Frecuencia de conexión a internet	49
Figura 25 Presencia de red que suministra conexión a internet.....	50
Figura 26 Inconvenientes con el suministro eléctrico	51
Figura 27 Calidad de señal de la red institucional.....	52
Figura 28 Equipos informáticos que utiliza el personal administrativo	53
Figura 29 Método de conexión usado por el personal administrativo.....	54
Figura 30 Opinión sobre la implementación de un sistema fotovoltaico para respaldar el suministro eléctrico de la red WLAN.....	55

Figura 31 Aporte que generará una nueva red WLAN en las labores administrativas .	56
Figura 32 Objetivos de la propuesta.....	57
Figura 33 Justificación de la propuesta.....	58
Figura 34 Plano de planta (áreas administrativas) de la institución	59
Figura 35 Superposición de imágenes entre plano desarrollado en la investigación y la imagen satelital de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre	60
Figura 36 Test de velocidad realizado a la antigua red internet	60
Figura 37 Equipo de red (router) de la red institucional.....	61
Figura 38 Redes inalámbricas encontradas en la institución	61
Figura 39 Resumen: Redes, APs y BSSIDs encontrados en la institución	61
Figura 40 Calibración de plano en Acrylic Wi-Fi HeatMaps 1/2.....	62
Figura 41 Calibración de plano en Acrylic Wi-Fi HeatMaps 2/2.....	62
Figura 42 Ingreso de características del router HG-110-D, en el software Acrylic.....	63
Figura 43 Mapa de calor de la red institucional previo a la implementación	63
Figura 44 Punto de acceso EAP110	65
Figura 45 Controlador cloud Omada OC200.....	66
Figura 46 Switch de sobremesa TL-SG1005P.....	67
Figura 47 Diagrama de la red WLAN.....	68
Figura 48 Solar panel SP200M-72.....	70
Figura 49 Battery 6-GFM(G)-100.....	71
Figura 50 MPPT 120D	71
Figura 51 Inversor PM-500-C	72
Figura 52 Breaker termomagnético 20A	72
Figura 53 Mapa de calor de la nueva red WLAN institucional.....	75
Figura 54 Irradiación solar m² mensual en la ciudad de Montecristi	76
Figura 55 Parámetros de inclinación de panel solar	76
Figura 56 Consumo total energético de los equipos de red.....	77
Figura 57 Ingreso de características de equipos fotovoltaicos a la simulación	77
Figura 58 Coste de instalación de sistema fotovoltaico.....	78
Figura 59 Comportamiento de sistema fotovoltaico	78
Figura 60 Retorno de inversión sistema fotovoltaico	79
Figura 61 Entrega de equipos fotovoltaicos y de red al rector de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre.....	79
Figura 62 Instalación de canaletas	80

Figura 63	Instalación de soporte y panel solar.....	80
Figura 64	Puntos de accesos Eap 110 instalados.....	81
Figura 65	Panorámica final de la propuesta implementada.....	81
Figura 66	Conexión de controlador de OC 200 a la nube.....	82
Figura 67	Conexión de EAP 110 a la nube.....	82
Figura 68	Monitoreo de errores en la red	83
Figura 69	Monitoreo tráfico de red	83
Figura 70	Horario de conexión de la red.....	84
Figura 71	Carga de usuarios en la red	84
Figura 72	Test de velocidad de internet realizado a la nueva red WLAN	85
Figura 73	Dashboard de puntos de accesos EAP 110	85
Figura 74	Tabla de direcciones MAC de equipos conectados a la red	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de trabajos relacionados.....	15
Tabla 2 Comparación entre cables de categoría 3,4,5,5e,6, 6^a,7 y 7^a	29
Tabla 3 Población total	38
Tabla 4 Operacionalización de variables	41
Tabla 5 Nivel de conocimiento en cuanto a las redes inalámbricas.....	47
Tabla 6 Nivel de conocimiento sobre la energía fotovoltaica.....	48
Tabla 7 Frecuencia de conexión a internet.....	49
Tabla 8 Presencia de red que suministra conexión a internet	50
Tabla 9 Inconvenientes con el suministro eléctrico.....	51
Tabla 10 Calidad de señal de la red institucional	52
Tabla 11 Equipos informáticos que utiliza el personal administrativo.....	53
Tabla 12 Método de conexión usado por el personal administrativo	54
Tabla 13 Opinión sobre la implementación de un sistema fotovoltaico para respaldar el suministro eléctrico de la red WLAN.....	55
Tabla 14 Aporte que generará una nueva red WLAN en las labores administrativas... 	56
Tabla 15 Detalle del consumo eléctrico de los equipos de red	69
Tabla 16 Presupuesto destinado al proyecto	74

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Fórmula de la distribución normal Z	39
Ecuación 2 Cálculo de potencia	69
Ecuación 3 Cálculo de voltaje	69
Ecuación 4 Cálculo de intensidad	69
Ecuación 5 Conversión de watts a kilowatts	69
Ecuación 6 Capacidad de batería	73
Ecuación 7 Porcentaje de descarga de batería	73

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Constantemente las conexiones inalámbricas han venido evolucionando de manera exponencial, en la actualidad, cada vez son más implementadas en sectores comunicacionales, industriales, empresariales, educativos y organizacionales de todo el mundo. Tal ha sido el impacto positivo de las redes inalámbricas que desde su lanzamiento han surgido diferentes estándares, protocolos y métodos de seguridad de acuerdo al uso y el alcance que se quiera obtener en cada uno de los campos anteriormente nombrados. (Maldonado, 2022)

A nivel mundial otras tecnologías han tenido un impacto positivo, tal es el caso de aquellas relacionadas con la producción de energía renovable, gracias a la concientización de las personas y las ventajas que presentan frente a las fuentes de energías convencionales. En este sentido la energía solar es considerada actualmente como una de las mejores alternativas de producción en cuanto a energías limpias, generando acceso energético a miles de personas y alcanzado cada día mayor acogida, ya sea en hogares o establecimientos que requieran gran consumo energético (Rodríguez et al., 2023). Es por eso que, tanto las redes de área local inalámbrica también conocidas como WLAN y la energía fotovoltaica se están compaginando y utilizando en proyectos que generen acceso a la información y el suministro de energía a lugares de difícil acceso. Para el Ecuador la conectividad inalámbrica en las instituciones gubernamentales es de vital importancia y más ahora en la época contemporánea en la que vivimos.

No obstante, existen instituciones educativas que no tienen acceso a internet o cuentan con señales paupérrimas, tal es el caso de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre, la cual se ubica en la provincia de Manabí específicamente ciudad de Montecristi. Esta institución fue creada mediante resolución según el acuerdo Ministerial N° 504 el 10 junio de 1966, (Reyes, 2021), y actualmente enfrenta problemas por la falta de conectividad a internet en todo el plantel, excluyendo únicamente la sala de profesores.

Es decir, las áreas administrativas no están cubiertas completamente con una señal que brinde conexión estable para el personal que labora en las áreas de rectorado, vicerrectorado, el departamento médico y el departamento de consejería estudiantil (DECE). Para abordar la problemática se plantea el siguiente trabajo de titulación con el objetivo de diseñar una red WLAN que funcione eficientemente y que se alimente por energía fotovoltaica, todo esto con la finalidad de proporcionar conectividad inalámbrica de calidad y manera continua a la institución educativa.

La presente investigación está considerada como no experimental, debido a que la misma se

basa en la observación y análisis de situaciones ya existentes, además mantiene enfoque descriptivo correlacional y transversal presentes al momento de determinar los dispositivos que se utilizaran en la construcción de la nueva red WLAN y el sistema fotovoltaico. Este documento se compone por varios capítulos en donde a lo largo del mismo se presentan los objetivos de la investigación fundamentos teóricos, metodología utilizada, se muestra el tipo de investigación y finalmente se plantea la propuesta.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en la investigación fue necesario aplicar una técnica de recolección de datos. Para esta investigación se suministró al personal administrativo de la institución una encuesta en donde cada ítem fue previamente revisado por profesionales en el campo de la informática llegando de esta manera a obtener unos resultados confiables. Ya para la parte del análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva la cual se basa en un conjunto de técnicas y de herramientas para analizar y describir la agrupación de varios de datos en tablas de frecuencia y gráficas con la cual se resumió y proceso la información contenida en la encuesta suministrada.

Finalmente se anexa la propuesta de solución con la cual se busca mejorar la conectividad en la institución, optimizar los procesos administrativos y facilitar la comunicación en los departamentos delimitados en este proyecto. Dentro de la propuesta se plasman los procesos de ejecución y el barrido de información necesario para el diseño del sistema fotovoltaico y la red inalámbrica. Para la parte inicial de la propuesta fue necesaria una recolección de datos, ello utilizando el software Acrilic y a través de sus mapas de calor se detectaron las áreas sin señal en la institución, además con ayuda de este software se determinaron los puntos estratégicos para la ubicación de los nuevos equipos.

Se determinó que varios equipos de la gama Omada pertenecientes a Tp-link, cuentan con las características acordes para suplir los requerimientos encontrados en la institución. Con respecto al sistema fotovoltaico se adquirieron elementos como el controlador Mppt, batería de gel de 100Ah, panel monocristalino de 200W e inversor de 500W, los mismos que rebasan los límites requeridos para el suministro de energía de la red. Al haber cumplido las fases previas se realizaron las pruebas necesarias para corroborar el correcto funcionamiento del proyecto esperando que esta investigación sea de utilidad para la comunidad educativa.

1.1. Planteamiento del problema

El desarrollo tecnológico ha impactado la situación real del ámbito educativo ecuatoriano, es evidente que cada día la inversión en tecnologías aumenta, sin embargo, aún existen tareas por cumplir en algunos centros de educación pública, pues existen limitaciones tecnológicas tan básicas y necesarias como el suministro de internet en las áreas administrativas de una institución.

En la región costa del país, específicamente en la cabecera del cantón Montecristi de la provincia de Manabí, se ubica la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre, la cual tiene una orientación laica en donde se presta educación básica y bachillerato a los estudiantes de la región. La Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre, cuenta con un área aproximada de 12,364.66 m² en donde se distribuyen varias edificaciones que conforman salones de clases y cuenta a su vez con varias oficinas en donde labora el personal administrativo.

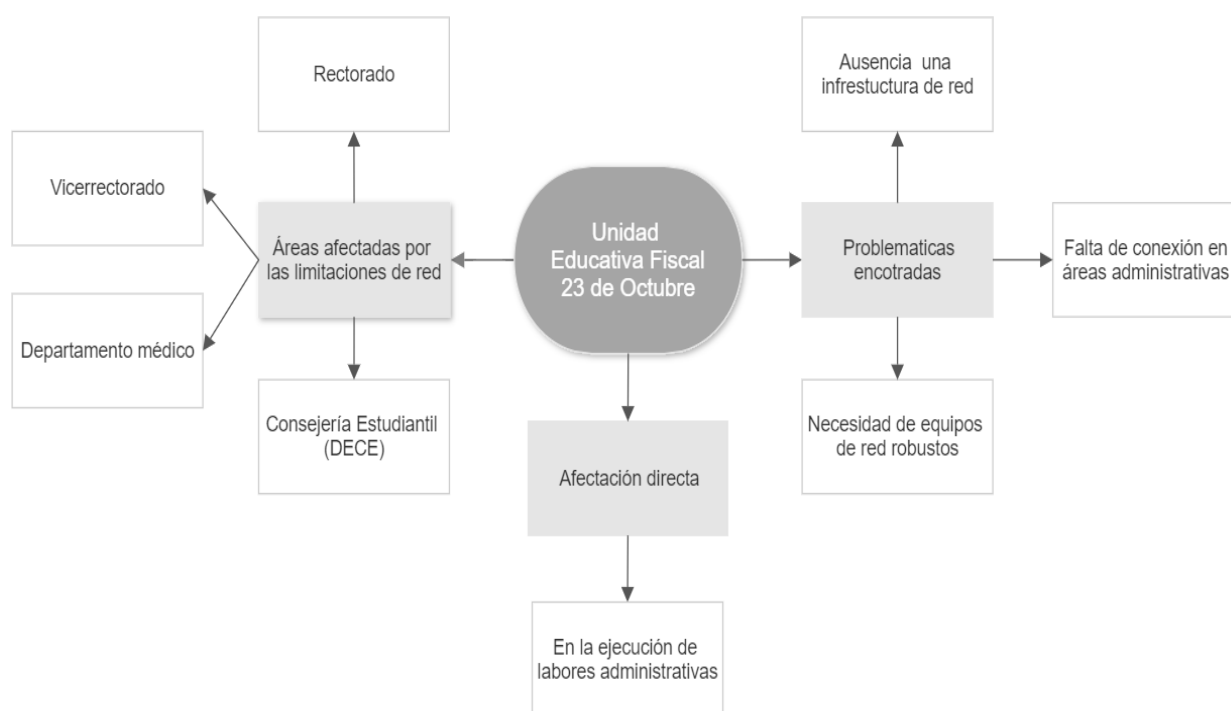


Figura 1 Problemáticas encontradas en la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

En el interior de este centro educativo se detectaron necesidades particulares, tal es el caso de la red que brinda señal de internet a los departamentos en donde se ubican de rectorado, vicerrectorado, departamento médico y Consejería Estudiantil (DECE). Esta red no cuenta con equipos de red eficientes para brindar un óptimo servicio, así mismo presenta intermitencias y problemas de conexión que merman el desarrollo de las labores del plantel.

Estos problemas afectan directamente a las autoridades ya que no cuentan con una herramienta (red de internet), que en la actualidad es esencial para la ejecución de labores administrativas en un plantel educativo. Al no contar con una buena red, la conexión a internet en la mayoría de las áreas antes mencionadas está sujeta a limitaciones en cuanto al desempeño de las autoridades al momento de realizar las labores. Evidentemente el coste económico que implica la adquisición de los equipos necesarios ha sido uno de los impedimentos por los que no se ha considerado solucionar estas falencias con la elaboración e implementación del presente proyecto.

1.2. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Diseñar una red WLAN alimentada con energía fotovoltaica para los departamentos de rectorado, vicerrectorado, médico y consejería estudiantil caso de estudio Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre Montecristi.

Objetivos específicos

- Recabar información acerca de las tecnologías y estándares actualmente disponibles que tengan relación con las redes inalámbricas WLAN y la energía fotovoltaica.
- Aplicar una técnica de recopilación de datos para conocer las necesidades de conectividad en los departamentos de rectorado, vicerrectorado, departamento médico y consejería estudiantil pertenecientes a la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre.
- Examinar la información recopilada mediante diversos métodos con el propósito de presentar un análisis de la situación actual de conectividad en las áreas seleccionadas.

1.3. Justificación

El siguiente caso de estudio surge como una alternativa para solucionar los problemas de conectividad presentes en la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre, institución ubicada en la ciudad de Montecristi-Manabí. Partiendo del levantamiento de información por medio de entrevistas a las autoridades de la mano del análisis de requerimientos y de las necesidades encontradas en las áreas administrativas.

Cabe recalcar que hasta la presentación de este trabajo investigativo no se han encontrado propuestas de solución a los inconvenientes relacionados a la conectividad de esta institución, ni mucho menos se han presentado investigaciones previas en ningún repositorio académico del país que aborden este problema. La propuesta de solución que se presenta es conveniente para el establecimiento educativo ya que resuelve la inestabilidad de la actual red que abarca rectorado, vicerrectorado, departamento médico y el departamento de Consejería Estudiantil (DECE). Dentro de este documento se detallan los diferentes equipos tecnológicos necesarios para creación de una red robusta, considerado en todo momento la posibilidad de futuras expansiones.

En este proyecto se incorpora la presentación de la estructura de red con todos los parámetros de necesarios para evitar la presencia de zonas muertas o áreas sin señal, incorporando la cantidad necesaria de puntos de acceso (APS) en lugares estratégicos, y evitado a su vez el solapamiento de canales, interferencias y lentitud originada por la baja capacidad de procesamiento de los equipos discontinuados que forman parte de la red actual.

Otro aspecto importante es la presentación de un estudio relacionado a la energía total necesaria para la alimentación los equipos de la red. Tras la recopilación teórica se eligieron equipos de última generación utilizados en proyectos de energía renovables (energía fotovoltaica), como es el caso de los paneles solares, baterías e inversor de energía. Estos equipos fueron analizados por sus características y los más acordes a este proyecto fueron seleccionados para el diseño de un sistema de energía fotovoltaica. Con esto se lograría que la propuesta sea completamente sustentable generando en el futuro cero costos de consumo eléctrico ocasionado por la implementación de la nueva red inalámbrica.

1.4. Descripción General del Proyecto

El siguiente proyecto en sentido general tiene como propósito darle alcance a las falencias y necesidades de conectividad encontradas en la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre. La propuesta solución está basada en la implementación de una red Wlan completamente autónoma dotada de un sistema de energía renovable que le brinda independencia de conexión al suministro eléctrico convencional encontrado en la instrucción el cual en varias ocasiones ha presentado inestabilidad e intermitencias. Este proyecto va dirigido a la población administrativa que labora en los cuatros departamentos manifestados en el título y será el personal que desempeñan su actividades en estas áreas los favorecidos directamente ya que contarán con una red inalámbrica segura y con conexión a internet. Durante el capítulo uno se muestra la visión general del proyecto la relevancia de las redes WLAN y la energía solar fotovoltaica, además de indicar como estas tecnologías de convergencia se están convirtiendo en solución viable para dotar de conectividad a instituciones educativas.

En el capítulo dos se proporciona toda la base teórica en cuanto tecnologías, términos, trabajos relacionados y antecedentes investigativos que tienen relación. El capítulo tres presenta la metodología utilizada en la investigación y aspectos como el tipo de investigación, las unidades de estudio, población y muestra considerada además de detallar las técnicas e instrumentos de recolección de datos y la técnica de análisis de datos utilizada. En el proyecto se emplea una metodología en cascada con el objetivo de optimizar el tiempo de implementación y asegurar resultados de alta calidad. A pesar de su antigüedad, la metodología en cascada sigue siendo útil en proyectos de pequeña y mediana magnitud. Las fases seguidas fueron: fase de requerimientos, fase de diseño, fase de implementación, fase de pruebas y fase de mantenimiento de la propuesta.

Los resultados obtenidos de la investigación se encuentran plasmados en el capítulo cuatro, y en este mismo capítulo se da inicio a la parte de implementación del proyecto detallando elementos de la propuesta solución como sus objetivos, justificación y se va adentrando a cada una de las fases de desarrollo del proyecto. El capítulo V, se centra en discutir los resultados obtenidos durante implementación del proyecto; los resultados obtenidos son interesantes y muestran como implementó con éxito la red WLAN alimentada, logrando autonomía energética y mejor conectividad, no obstante, los costos de implementación son elevados, la producción de energía es dependiente al estado climático de la región. En el último apartado del documento se ubican las conclusiones y recomendaciones planteando posibles áreas de investigación adicionales para proyectos a futuros proyectos.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes de la investigación

A nivel mundial la conectividad a internet ha crecido significativamente en los últimos años, cada día surgen nuevas investigaciones que buscan impulsar el desarrollo de entidades públicas o privada de un país. Actualmente las redes inalámbricas se proyectan hacia el futuro como una de las tecnologías más utilizadas en el ámbito de conectividad, presentando frecuentemente nuevas actualizaciones en cuanto a los niveles de seguridad y en velocidad en transmisión de datos.

En general los usuarios por comodidad buscan utilizar redes inalámbricas, ya que les permiten movilidad y conectividad en un área determinada. De la misma manera, el uso de la energía solar como energía renovable es una gran alternativa para reducir costes relacionados a pagos de planillas eléctricas representando un ahorro a los usuarios ya que cuentan con un nivel de durabilidad en el tiempo. Ecuador ha buscado avanzar tecnológicamente en el ámbito educativo del país, no obstante, en varias instituciones de educación se presentan problemas de conexión a internet que principalmente son originadas por la mala o nula planificación en la construcción e infraestructura de redes.

La siguiente propuesta busca garantizar la conectividad del personal administrativo y docentes que laboran en la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre del cantón Montecristi, con una red institucional, que de implementarse abarcará con señal a internet a todas las áreas administrativas del centro educativo, esto sin emitir un costo eléctrico mensual debido a que la energía para el funcionamiento de la red será obtenida de los rayos generados por el sol, permitiendo de este modo eliminar el uso de combustibles u otros aditivos contaminantes. Luego de una búsqueda en varios repositorios universitarios nacionales e internacionales se encontraron varias investigaciones y aportes realizados por diferentes autores; ya indagado en su contenido, estas investigaciones comparten cierta similitud con este trabajo. Entre los resultados más relevantes están:

Los autores (Sánchez Plúas & Figueroa Sánchez, 2022) , quienes realizaron el trabajo de titulación para la “Universidad de Guayaquil”, cuyo título versa “Diseño e implementación de un prototipo para el control y monitoreo del consumo energético de una red Wi-Fi alimentada por paneles fotovoltaicos en la Escuela de Educación Básica Particular Gabriel Olmedo Arroba Espinoza en la Ciudad de Guayaquil ”, plantearon como objetivo principal el diseño de una red Wi-Fi alimentada por paneles fotovoltaicos.

Para solucionar la problemática relacionada con las interrupciones de conexión en la red interna de la institución originadas por fallas eléctricas que el afectan a el plantel educativo. Para alcanzar la consecución de la propuesta, utilizaron el “modelo cascada” con el cual todas las tareas fueron realizadas de manera secuencial alcanzando finalmente los objetivos planteados en la investigación. En la parte final del mismo presentaron resultados positivos y lograron que los estudiantes y profesores se conectaran a la red creada.

En la “Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD”, de la ciudad de “Palmira-Colombia ”, el autor (Vente Castro, 2020) , trabajó en un proyecto con el título “Diseño e implementación de un sistema para dotar de acceso a internet mediante el uso de energía solar fotovoltaica a la Institución Educativa Jaime Roock”, debido a que la institución educativa Jaime Roock, no contaba con conexión a internet se planteó solucionar el problema de la institución con el uso de energías renovables implementando una solución de red WLAN alimentada con energía fotovoltaica de acuerdo con las necesidades de la institución. Fue necesario realizar una metodología de investigación experimental y a partir de la información recopilada se puso en marcha le diseño. Al implementarlo se logró conseguir el acceso a internet dentro del centro educativo utilizando internet satelital en conjunto con los equipos solares necesarios.

El autor (Moreta Villacis, 2020) , manifestó cuán importante es un buen servicio de internet en el ámbito educativo. En su trabajo investigativo “Diseño de una red Wi-Fi para el colegio “Modelo Politécnico” con soporte Dual Band”, el mismo que fue necesario para la obtención del título de magister en tecnologías de la información y comunicación de la “Universidad Pontificia Católica del Ecuador”, en este trabajo el autor indicó que el servicio de internet debe ir de la mano con un diseño de una red Wi-Fi eficiente para mejorar la experiencia de la comunidad estudiantil. Luego de presenciar necesidades particulares en la red inalámbrica de colegio “Modelo Politécnico”, desarrolló una propuesta de un nuevo diseño de red. El experto determino como solución remplazar los equipos de la red con unos nuevos que contaran con soporte dual band, además definió la ubicación estratégica para cada uno de los puntos de accesos. Realizados estos cambios se pudieron solucionar los inconvenientes detectados dotando a la institución educativa con una red escalable para futuras actualizaciones.

Así mismo (Flores Guerra, 2017) , en su trabajo de titulación “Red Wi-Fi basada en la metodología Top-Down para mejorar la comunicación de datos en el Instituto Nacional de Estadística e Informática–Pucallpa”, de la “Universidad Nacional de Ucayali”, ubicada en “Pucallpa-Perú”, indica que el personal administrativo de una institución se puede beneficiar directamente tras la mejora de la red interna de un centro educativo.

Su investigación tuvo como objetivo principal mejorar la comunicación de las áreas administrativas del Instituto Nacional de Estadística e Informática – Pucallpa, debido a las interrupciones de comunicación entre las diferentes áreas de la organización al contar con una red con varias falencias. El autor se basó en el uso de una metodología Top-Down propuesta por Cisco para el desarrollo de la propuesta; Como resultado de este trabajo, se mejoró el desempeño laboral de los profesores y personal administrativo, ya que al contar con una red WLAN robusta realizaron los procesos operativos de una manera eficiente.

Está demostrado que efectivamente una red WLAN bien estructurada es capaz de proporcionar un servicio de forma eficiente. El autor (Reyes Narváez, 2016) , en su trabajo de titulación “Diseño de una red de área local inalámbrica para proveer servicios de voz, datos, video e Internet en el campus del colegio y escuela Sagrado Corazón de Jesús matriz Tulcán”, previo a la obtención del título de ingeniero en electrónica y telecomunicaciones de la “ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL”, de la ciudad de “Quito-Ecuador”, planteo el diseño una red WLAN partiendo del análisis de la infraestructura del plantel. El autor realizó un monitoreo de tráfico de datos para determinar los requerimientos de la red. Finalmente, con la utilización del software Site Survey realizó una serie de pruebas para determinar interferencias y seleccionar la mejor ubicación de los Access points de la red. Luego de los estudios necesarios y la implementación de su proyecto se logró como resultado que la institución contara con una mejor cobertura de red inalámbrica y con una tasa de transferencia de datos estable.

Del mismo modo el autor (Mejía, 2019) , en el artículo “Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica”, publicado por la revista Pakamuro de Perú, diseño sistema fotovoltaico, como propuesta para proporcionar energía eléctrica al laboratorio de la universidad. En el artículo el profesional indica como los sistemas fotovoltaicos pueden garantizar el suministro eléctrico que el laboratorio del campus universitario necesita generando una reducción de consumo eléctrico a la universidad; al final de la investigación, los autores presentaron los análisis correspondientes que demuestran la eficacia del estudio. En los proyecto de mayor magnitud las estaciones de energía fotovoltaica se desempeñan con altos niveles de efectividad; esto quedó demostrado en el trabajo de (Rodríguez Manrique et al., 2015) el cual tiene por nombre “Diseño de sistemas de energía solar fotovoltaica para usuarios residenciales en Chía, Cundinamarca”, en el documento los autores explican cómo cubrir en algunos casos el 100%, 70 % o 40 % de sustentabilidad eléctrica en las viviendas.

2.2. Trabajos Relacionados

Dentro del ámbito académico existen varios trabajos que tienen estrecha relación con el tema abordado con el presente proyecto de titulación. En este sentido se agruparon un total de diez trabajos académicos de diferentes autores, que abordan problemáticas en escenarios distintos, pero comparten cierta similitud ya que implicaron el uso de las redes inalámbricas en conjunto con la energía fotovoltaica y otros elementos para dar cabida y solución a las problemáticas y necesidades que se les presentaron.

El autor Noack, en su proyecto "Diseño e implementación de un sistema de comunicación inalámbrica con tecnología WiMAX alimentado con energía solar en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala", logró la implementación exitosa de un enlace punto a punto. A través de esta implementación se estableció la comunicación inalámbrica entre dos puntos dentro del campus universitario utilizando equipos WiMAX y el uso de la energía solar como fuente de alimentación sostenible. Las principales causas para el desarrollo del proyecto fueron orientadas por el brindar una solución de comunicación sostenible a los lugares que carezcan de suministro eléctrico. La metodología de investigación aplicada fue una revisión de la literatura existente sobre tecnología WiMAX, la energía solar y los estándares de comunicación inalámbrica. El autor logró el intercambio de datos utilizando antenas de microondas dentro de las instalaciones de la Universidad del Valle. Con los resultados obtenidos se demuestra las posibilidades que tienen los enlaces dedicados para aplicaciones de última milla en lugares sin conexión eléctrica, mostrando un avance significativo en la búsqueda de soluciones de comunicación sostenibles. (Noack Herrera, 2013)

Resulta interesante presenciar, como en otra publicación realizada esta vez por (Guzman Cortes & Maya López, 2018), se acudió a la energía solar para alimentar nodos Wi-Fi en el proyecto "Diseño e implementación de nodos Wi-Fi alimentados por energía solar para apoyo de nodos de telemetría". Este trabajo tiene como objetivo el suministrar energía a varios nodos de telemetría para el monitoreo y control de procesos agrícolas en tiempo real. Para ello los autores diseñan una solución en donde por medio de energía solar alimenta a nodos Wi-Fi de telemetría permitiendo su uso en zonas remotas con el suministro de energía fotovoltaica. Metodológicamente la investigación tiene un carácter cuantitativo, involucrando la utilización de valores cuantificables, además mezcla la revisión bibliográfica y documental para la formulación del marco teórico, en donde se aplicaron técnicas de análisis estadístico y la utilización de herramientas de software para la medición de los resultados. Además, realizaron las pruebas necesarias para verificar la eficacia y funcionamiento del proyecto, los cuales

arrojaron resultados favorables que muestran una solución práctica en el campo de las telecomunicaciones.

En el artículo “Diseño de un enlace Wi-Fi autónomo como una solución de conectividad para zonas rurales”, realizado por el autor (Guadrón Óscar et al., 2012), se plantea el diseñar un enlace Wi-Fi autónomo como una solución de conectividad para zonas rurales de países en vías de desarrollo. La falta de acceso a internet evidentes en las áreas rurales es la problemática que aborda esta investigación ya que la misma limita el acceso a información y de oportunidades a las poblaciones que conviven en estas. Los autores en el artículo documentan el proceso y experiencia de desarrollo del proyecto, utilizando radios Wi-Fi, alimentados con energía solar para alcanzar el objetivo propuesto. En referencia a la metodología utilizada en el estudio se combinaron la simulación, implementación y pruebas para verificar el desempeño. Los resultados obtenidos demuestran como utilización de energía solar y radios Wi-Fi modificados puede ser una alternativa altamente viable ya que el desempeño del sistema entre dos estaciones separadas 10.22 Km lograron alcanzar una tasa promedio de transferencia de 13.8 Mbps manteniendo operación continua de 72 horas con bajos niveles de radiación solar, y ya en óptimas condiciones solares el sistema funciono sin ningún problemas las 24 del día.

De manera similar en el artículo “Red Mesh alimentada por energía solar”, escrito por (Araujo et al., 2012), se presenta el desarrollo de un sistema autónomo de comunicación inalámbrica alimentado por energía solar, a la par del estudio de radiación solar presente en Brasil. Una de las principales metas de este proyecto fue el proporcionar el acceso a Internet por medio de dispositivos inalámbricos y energías renovables (fotovoltaica), a lugares apartados de manera inalámbrica, eliminado los costos relacionados al tendido de infraestructura cableada y la dependencia del suministro eléctrico convencional. Durante todo el artículo los integrantes del artículo explican cuáles son los factores que pueden influir en la producción de los módulos fotovoltaicos y el sistema en general, además muestran todas las especificaciones técnicas como el nivel de producción, la tasa de transferencia y otros elementos externos que puedan intervenir en la conexión inalámbrica de la red Mesh. Al finalizar el artículo se presentó un prototipo para demostrar la viabilidad y el funcionamiento del proyecto, los resultados obtenidos se asemejan de forma favorable a los trabajos revisados previamente, nuevamente la combinación de las redes inalámbricas en este caso una red Mesh y energía fotovoltaica han demostrado ser efectivas para suministrar conexión a internet entornos que no cuenten con suministros eléctricos.

En otra instancia, el autor (Del Rio, 2018), se centró en el diseño de un sistema para extender el periodo de funcionamiento de sensores WSN en una red inalámbrica, por medio de un trabajo

investigativo titulado “Diseño electrónico con panel solar para extender la vida de un nodo en una red inalámbrica de sensores (WSN)”, su objetivo fue el diseñar un prototipo electrónico que sirviera como sistema de recolección y suministro de energía fotovoltaica hacia los sensores de una red WSN y por consiguiente mejorar el tiempo funcionamiento continuo. Este proyecto surge luego de evidenciar los periodos cortos de funcionamiento que tenían los sensores a causa de las baterías convencionales que otorgaban aproximadamente 1.9 días de autonomía. Dentro de la metodología de desarrollo se consideró el análisis de curvas de carga, el nivel de transferencia y descarga del sistema de recolección de energía, además de diseñar circuitos electrónicos, con el uso de herramientas de programación como el IDE de Arduino y aplicar técnicas de medición. En el periodo de pruebas comprobó la extensión de la autonomía del sistema de 1.91 días con la alimentación de baterías convencionales a 6 días en el peor de los casos con el prototipo solar diseñado. Es decir, el circuito desarrollado fue capaz de extender significativamente la vida útil de los nodo de red inalámbrica.

Existe otro proyecto el cual se buscó proporcionar acceso a Internet a una comunidad, específicamente a las Cochas, en el sector de Riobamba, Ecuador. Esta comunidad no contaba con acceso a internet. Los autores Santillán y Chela, al igual que otros profesionales previamente mencionados optó por diseñar un sistema de energía fotovoltaica para alimentar una red inalámbrica explicando todo el proceso de desarrollo en un trabajo titulado "Diseño e implementación de una red inalámbrica energizada con paneles solares". El proyecto se centró en la implementación de una red inalámbrica alimentada por energía solar con el propósito de brindar acceso a Internet a los habitantes de la zona rural mencionada. Durante la investigación utilizó el método cuantitativo y en cuanto al desarrollo de la propuesta el aplicó una metodología de diseño Top-Down, la cual siguiendo un ciclo estructurado en cuatro fases se describen los pasos necesarios para el diseño e implementación de la red, incluso se utilizaron diversos softwares para el diseño y la configuración de radioenlaces, entre ellos Radio Mobile, Cisco Packet Tracer, Matlab. (Santillán & Chela, 2023)

En este dialogo de autores es necesario anexar el trabajo: “Diseño de red inalámbrica con torres repetidoras, abastecido con sistema fotovoltaico, para proveer de internet asequible al centro poblado de Nuevo Chirimoto y alrededores”, proyecto implementado en las zona rural de Chirimoto, Perú. Este proyecto mantiene relación con la propuesta que presento en mi trabajo de titulación, debido a las tecnologías que los investigadores (Gómez et al., 2019), utilizaron en su propuesta. El trabajo investigativo surge por el ausente acceso a Internet en la región y con el proyecto se buscó proporcionar conectividad a través de la implementación de una red inalámbrica que brinde acceso de Internet. En la investigación los profesionales llevaron a cabo

una evaluación técnica y económica de un diseño de red inalámbrica, al mismo tiempo incluyeron los componentes necesario para implementar un sistema fotovoltaico que brinde auto sustentabilidad la red inalámbrica. La estructura del trabajo fue dividida en 4 subsistemas: telecomunicaciones, energía, protección y estructura, cada uno de estos sistemas se diseñó en conjunto con el uso de cálculos y el uso de los softwares Airlink y Nastec. Por medio de simulaciones determinaron el consumo máximo de la red y el nivel de producción del sistema. Los resultados obtenidos luego de la implementación fueron positivos debido a que el diseño propuesto demostró ser económicamente viable y permitió proporcionar exitosamente conexión de internet a un total de 50 usuarios.

Dependiendo de las necesidades y problemáticas encontradas han surgido diferentes investigaciones que no solo han buscado solucionar inconvenientes en empresas o instituciones educativas, tal es el caso del trabajo titulado: “Radioenlace en banda libre 5GHz para proveer de internet a las cabañas de las Lagunas de Mojanda”. En este proyecto se presentó un enfoque metodológico basado en simulaciones relacionadas con enlaces de radio utilizando herramientas como Radio Mobile y Google Earth, con el propósito de generar las pruebas necesarias para para posteriormente implementar un radioenlace utilizando la banda de libre de los 5GHz y de este modo de proporcionar acceso a Internet al sector turístico delimitado en título. El proyecto se desarrolla desde una perspectiva documental, experimental aplicando métodos cuantitativos que permitieron evaluar las variables necesarias. Integrando tecnologías de redes inalámbricas y la energía renovable se logró concebir un radioenlace alimentado por energía solar que brindó comunicación de forma ininterrumpida en el área que se implementó, demostrado, así como ambos sistemas pueden ser replicados en sectores con ausencia del servicio eléctrico en el Ecuador. (Molina, 2022)

Actualmente las redes inalámbricas y el uso de las energías renovables han sido incorporadas en proyectos para áreas productivas como la minería; un ejemplo de esto es la proyecto de titulación del autor (Travezaño, 2020), titulado: “Sistema de comunicación inalámbrica utilizando energía solar para operaciones mineras a Tajo”. Este trabajo se caracteriza por abarcar áreas multidisciplinarias, y encaminarlas en el diseño e implementación de una red inalámbrica Wi-Fi con el fin de gestionar las operaciones de una flota minera compuesta por perforadoras, camiones gigantes y retroexcavadoras. El autor utilizo para este proyecto una metodología que incluyó evaluaciones detalladas integrando el uso de la energía solar para garantizar la disponibilidad de la red inalámbrica, además de aplico técnicas análisis de cobertura con el software Airmagnet Survey y para la configuración y gestión de los equipos de comunicación, se utilizó el software de Ubiquiti Networks. Con la implementación de esta

investigación se evitaron pérdidas debidas por concepto de inoperatividad de los vehículos pesados representando un avance en el ámbito de control en las operaciones mineras.

Para finalizar se presenta el artículo titulado “Servicios de internet por medio de redes inalámbricas, en localidades sin servicios de energía eléctrica y telecomunicaciones” desarrollado por (Trejo et al., 2018), con el objetivo principal de desarrollar de una red de Internet mediante tecnología inalámbrica para localidades mexicanas que no cuentan con el servicio de luz eléctrica. En la investigación se combina la implementación del Internet inalámbrico por medio de una red de antenas y la generación de energía eléctrica a partir de paneles solares. En este trabajo en autor presenta una metodología de desarrollo que consistió en una investigación geográfica, posteriormente se estudió la cantidad de usuarios alimentar, se determinaron los puntos estratégicos para instalación de los equipos de red, se seleccionaron los equipo de red de la mano con los fotovoltaicos necesarios y por último se presentó la infraestructura de ambos sistemas a implementar. Los resultados obtenidos luego de la implementación del proyecto muestran como estas tecnologías son capaces de vencer las limitantes físicas de los entornos, los desafíos energéticos y ausencias de servicios tele comunicacionales.

Tabla 1 Resumen de trabajos relacionados

Autor	Objetivo	Metodología	Logro
(Araujo et al., 2012)	Proporcionar acceso a Internet en áreas remotas	Estudio de radiación solar y especificaciones técnicas	Dotación de Internet utilizando redes inalámbricas y energía solar
(Del Rio, 2018)	Extender de la vida útil de sensores inalámbricos en red	Análisis y diseño de circuitos	Aumento de autonomía en sensores de 1.91 días a 6 días con panel solar.
(Gómez et al., 2019)	Brindar acceso de Internet a zonas rurales	Simulaciones y evaluación técnica	Acceso a Internet mediante energía solar
(Guzman Cortes & Maya López, 2018)	Suministrar energía a nodos de telemetría en una red inalámbrica	Revisión bibliográfica, análisis estadístico	Alimentación exitosa de nodos Wi-Fi con energía solar
(Guadrón Óscar et al., 2012)	Otorgar conectividad de internet a zonas rurales	Simulaciones y pruebas	Mejora de conectividad y tasas de Transferencia de datos
(Molina, 2022)	Brindar acceso a Internet en áreas turísticas	Simulaciones métodos cuantitativos	Se estableció un radioenlace con la banda de los 5GHz brindando Internet al sector
(Noack Herrera, 2013)	Establecer comunicación en un campus universitario sin el uso de energía convencional	Revisión de la literatura, intercambio de datos	Implementación de enlace punto a punto, con conexión a internet en el campus universitario
(Santillán & Chela, 2023)	Proporcionar acceso a Internet en zona rural	Diseño Top-Down, uso de software	Conectividad de Internet mediante energía solar.
(Trejo et al., 2018)	Generar una solución a los problemas de conectividad	Investigación geográfica, selección de equipos	Habilitación de acceso a Internet mediante energía solar
(Travezaño, 2020)	Optimizar operaciones en flota minera por medio de una red Wi-Fi	Evaluaciones, uso de simuladores para determinar la mejor ubicación de equipos	Control y prevención de pérdidas en operaciones mineras utilizando redes inalámbricas fotovoltaica

Autor: Méndez Klevers

2.3. Bases teóricas

Redes WLAN

El concepto de redes WLAN (red de área local), se refiere la transmisión de datos guiados por medios inalámbricos sin la intervención de cables, permitiendo la conexión de dispositivos dentro de un área delimitada con el uso de ondas de radio. Este tipo de tecnologías es denominado como red Wi-Fi. Para la transmisión de ondas utiliza un Access Point y en la mayoría de los casos los elementos que se interconectan son dispositivos inalámbricos que utilizan el espacio abierto permitiendo flexibilidad y movilidad; cabe recalcar que su funcionamiento se basa en el uso de frecuencias es de uso libre no licenciadas operando en frecuencias de 2,4 GHz y 5 GHz y cuya limitación se basa en la regulación del espacio radio eléctrico de cada región.

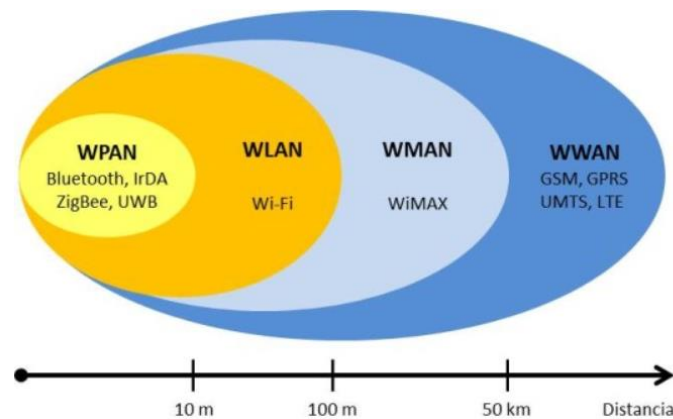


Figura 2 Clasificación de redes inalámbricas

Fuente: (Salazar, 2016)

Modo de operación de las redes WLAN

Este término hace referencia a la forma en que los dispositivos inalámbricos se comunican entre sí incluyendo la estructura jerarca de equipos conectados en la red. En este sentido existen varios modos de operación en una red WLAN y cada uno de los modos mantiene diferentes características adaptándose así a varios entornos o situaciones. Los modos de operación más comunes en las redes inalámbricas son:

- **ESS:** que proviene del inglés "Extended Service Set", permite la unión de distintos Access Point y crear una red inalámbrica de amplia cobertura. Las redes WLAN con topologías ESS están formadas múltiples redes. En la práctica ESS se origina conectando varios puntos de accesos entre si utilizando el mismo conjunto de canales radiales y el mismo identificador (BSSID). (Vargas Vallejo, 2020)

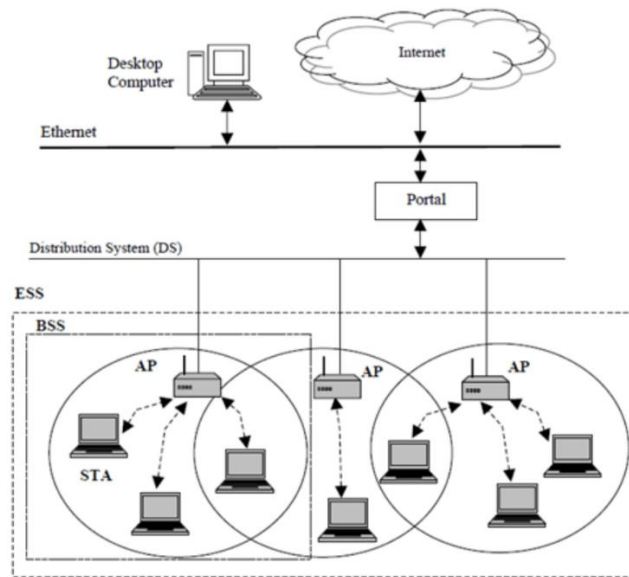


Figura 3 Arquitectura BSS
Fuente: (Altabaca, 2010)

- BSS: a diferencia de una red Ad Hoc o IBSS, en este modelo de operación es necesario contar con un Access Point, además de la incorporación de las tarjetas de redes inalámbricas de los demás equipos que necesiten ingresar a la red. Particularmente en este caso el punto de acceso (Access Point), será el encargado de coordinar el tráfico de datos en la red.
- AD HOC O IBSS: este modo de operación solo requiere que los nodos involucrados en la red cuenten con sus respectivas tarjetas de red inalámbrica para su correcto funcionamiento. La principal característica de este tipo de arquitectura radica en prescindir de un equipo que centralice la red, en este caso, no es necesario la implementación de un Access Point.

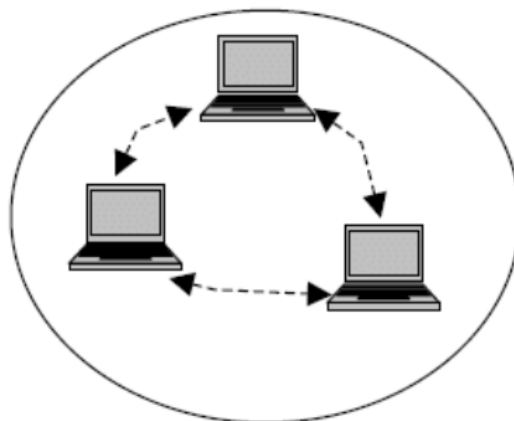


Figura 4 Ad hoc network
Fuente: (Perdomo et al., 2018)

Topología de red

Una topología de red es aquel modelo en donde se presenta el diseño de la red desde un punto físico o lógico. Los autores (Perdomo et al., 2018) , definen a una red como la interconexión de varios nodos. Dependiendo de las necesidades de conexión existen varias topologías con sus propios factores con diferentes características, es decir, no existe una topología que se adapte perfectamente a todos los tendidos de red. El éxito de una red está definido por su potencia, rendimiento, y alta disponibilidad, por esa razón es importante elegir una topología que se adapte perfectamente a las necesidades específicas de un usuario, permitiendo de esta manera un eficiente tráfico de datos entre los nodos.

A continuación, se presentan los diferentes tipos de topologías:

- **Bus:** este tipo de topología tiene un solo canal de comunicaciones también conocido como troncal, en donde se pueden conectar varios dispositivos y equipos de red. El principal problema de esta arquitectura es el embotellamiento causado por el tráfico de datos y problemas relacionados con la pérdida de conexión en el caso de existir un altercado en la estructura física del cable central.

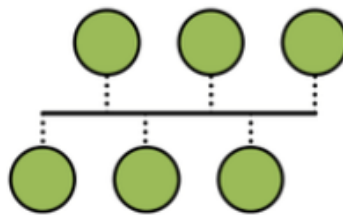


Figura 5 Topología tipo bus
Fuente:(Theiler & Smarsly, 2018)

- **Anillo:** o también conocida topología de red circular; es aquella en donde los nodos o estaciones que conforman a la red están conectados secuencialmente creando un círculo en donde la última estación se conecta con la primera.

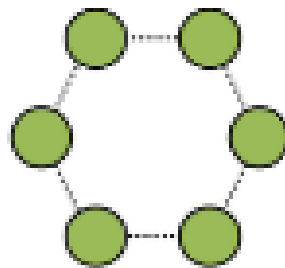


Figura 6 Topología tipo anillo
Fuente:(Theiler & Smarsly, 2018)

- **Estrella:** en esta topología los dispositivos de red no están conectados entre sí. Al contrario de los otros modelos en la topología estrella se conectan únicamente a un nodo central comúnmente conocido como concentrador y todas las comunicaciones se realizarán a través de este nodo.

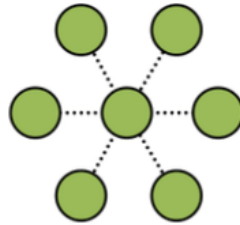


Figura 7 Topología tipo estrella
Fuente:(Theiler & Smarsly, 2018)

- **Malla:** mantiene una estructura en donde todos los dispositivos de la red se encuentran conectados unos con otro. La topología malla es una de las más seguras frente a los fallos, ya que, si un canal presenta un problema, el paquete de datos encuentra otra ruta hacia el destinatario.

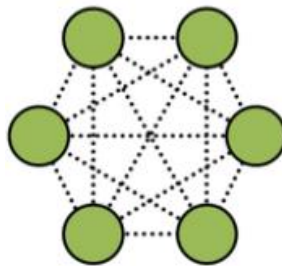


Figura 8 Topología tipo malla
Fuente:(Theiler & Smarsly, 2018)

- **Árbol:** se le conoce también como red jerárquica debido a que tiene una similitud a la forma de un árbol. En el plano topológico este tipo de conexión tiene concentradores que se conectan a un servidor principal.

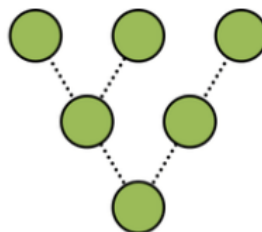


Figura 9 Topología tipo árbol
Fuente:(Theiler & Smarsly, 2018)

Bandas y espectros de redes WLAN

Según (Moreta Villacis, 2020) , las redes WLAN funcionan convirtiendo los datos en señales radioeléctricas, que operan en una frecuencia dentro del espectro electromagnético. Esto quiere decir que toda la información que se genera en cada uno de los terminales conectados a la red se transforma en señales que pueden viajar a través del aire, las cuales son captadas por un terminal receptor y son interpretadas como datos.

Cabe destacar que cada una de las frecuencias se usa de acuerdo con las distancias y velocidades que sean necesarias para transmitir efectivamente la señal. Lo mismo sucede con las redes inalámbricas, las cuales operan en dos frecuencias preestablecidas y es por eso que debe considerarse este dato al momento de diseñar una red. A nivel de telecomunicaciones, cuando la frecuencia es menor, la señal tendrá menos interferencias, lo que redundará en una mejor cobertura, pero compromete la velocidad. Por el contrario, cuando la frecuencia es mayor la velocidad mejora, pero el radio de cobertura es limitado. En este sentido, las bandas usadas en las redes inalámbricas se ubican entre los 2.4 GHz, 3 GHz y 5 GHz, los cuales son los estándares más comunes en el mundo.

Ventajas de las redes WLAN

- Una de las principales ventajas de las redes de área local, es que en cuanto a las transferencias de datos no se limitan al uso de cables para conectar a diferentes nodos.
- Ofrecen un área de cobertura relativamente suficiente en espacios pequeños.
- Tienen la posibilidad de expandirse con la utilización de varios repetidores, es decir una red WLAN es completamente escalable.
- Son relativamente económicas ya que no necesitan de mucha inversión en infraestructura para su instalación.

Desventajas de las redes WLAN

- Una de las principales desventajas es la pérdida de señal producida por obstáculos presentes en el ambiente, tal es el caso de paredes o interferencias por equipos que trabajan en la banda de los 2,4 GHz.
- Aunque cada día se presentan nuevas actualizaciones entorno a la velocidad de transmisión de una red inalámbrica, en comparación de una red cableada las velocidades son relativamente inferiores.
- Mantienen una zona de alcance limitado.

- Al estar expuestas al espacio abierto pueden sufrir de ataques, afectando a la seguridad de la red.(Suárez Farinango, 2020)

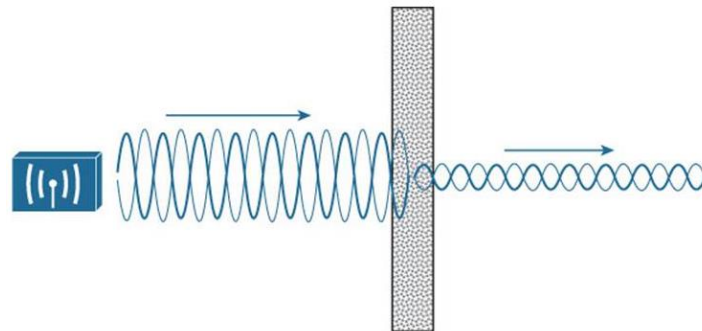


Figura 10 Absorción de señales inalámbricas
Fuente: (Rodríguez Martínez, 2017)

Estándares en redes WLAN

Con el transcurso de los años el uso de redes inalámbricas ha aumentado gradualmente en los hogares, en pequeños y grandes negocios, instituciones públicas y en instituciones gubernamentales, lo que ha llevado a la creación de nuevos estándares para solucionar los problemas de incompatibilidad entre equipos y a su vez otorgando mejores prestaciones al usuario final.

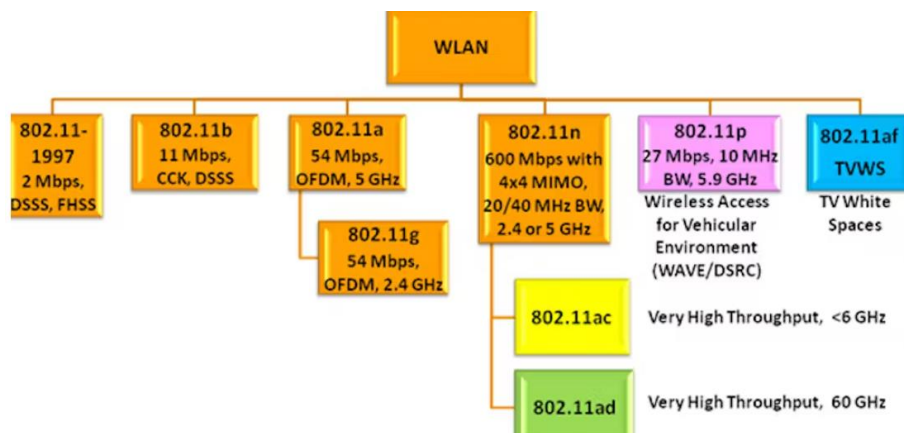


Figura 11 Estándares IEEE 802.11
Fuente: (Argüello, 2017)

El estándar IEEE 802, fue creado en año de 1980, abordando y dividiendo a cada tipo de tecnología de redes inalámbricas en varios grupos de trabajo. El más utilizado actualmente es el 802.11, que fue aprobado en el año 1997, por varios organismos internacionales de regulación. En si este estándar define reglas para las redes inalámbricas locales y establece parámetros para la interfaz entre clientes y estaciones; es importante mencionar que para la creación de redes con este estándar no se necesita licencia de uso. Hasta el momento el estándar 802, ha presentado las siguientes actualizaciones:

- 802.11a: es capaz de transmitir datos a una velocidad máxima de 54Mbps y opera en la frecuencia de 5GHz. Sin embargo, a pesar de su mayor velocidad de transferencia, este es un estándar muy vulnerable a interferencias y condiciones climáticas adversas afectando directamente a la calidad de la red. Un dato importante es que este estándar es compatible con equipos que trabajen con otros estándares como 802.11b y 802.11g.
- 802.11b: este estándar soporta velocidades de 5.5Mbps y 11Mbps, funciona en la banda 2.4GHz y tiene un alcance de 30 metros de señal en interiores. Sin embargo, utiliza la misma frecuencia de otros dispositivos lo puede originar interferencias.
- 802.11n: maneja una tasa de transferencia hasta 100Mbps y utiliza la tecnología MIMO para enviar y recibir datos a través de varios canales a la vez. Trabaja en bandas de frecuencia de 2.4GHz y 5GHz y mejora la distancia hasta 250 metros.
- 802.11ac: se conoce como Wi-Fi5 tiene una velocidad de transferencia de hasta 1.3Gbps y utiliza múltiples antenas para incrementar la transmisión de datos operando en la banda de 5GHz.
- 802.11ax: es el último estándar desarrollado, agrega eficiencia, flexibilidad, y escalabilidad para incrementar la velocidad y capacidad con aplicaciones actuales. Utiliza acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), para reducir la sobrecarga, latencia y permitir el acceso a aplicaciones avanzadas que demande altas velocidades para su funcionamiento. (Carhuaz Malpartida, 2021)

Onda electromagnética

El concepto de onda electromagnética se refiere al origen de una señal generada por un transmisor. Basado en este principio la onda electrogénica viaja a través de un conductor que en la mayoría de los casos es de cobre y posteriormente se irradia al aire por medio de una antena. En este proceso una corriente fluye por la antena, y cuando la corriente fluye se producen cambios electromagnéticos alrededor de la antena. Entre las características de las ondas electromagnéticas están la polaridad, frecuencia, longitud de onda y fase. Es importante indicar que estas características están relacionadas y pueden verse afectadas según el medio que les rodea.

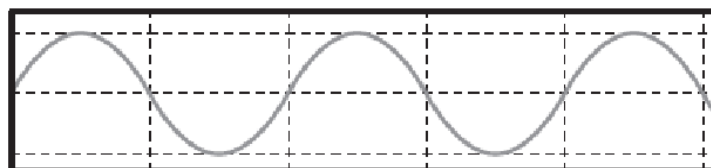


Figura 12 Onda electromagnética
Fuente:(Rodríguez Martínez, 2017)

Características de las ondas electromagnéticas

Frecuencia

La frecuencia de una onda electromagnética hace referencia en el ámbito profesional al número de ciclos que se producen en cada segundo dentro de una señal. Su medida estándar es conocida como Hercio (Hz), termino otorgado por el físico alemán Heinrich Rudolf Hertz. En la práctica, este concepto guarda una relación directa con la energía y la longitud de la onda es decir a mayor frecuencia, menor longitud de onda.

Amplitud

La amplitud está definida como el máximo desplazamiento de intensidad de una señal con respecto a su posición de equilibrio, refiriéndose a la altura o intensidad de la onda en un punto del ciclo. En términos generales la amplitud está asociada con la separación vertical entre el punto más alto y el eje central de una onda, mientras que por otro lado la longitud de onda está ligada a la separación horizontal entre dos crestas o valles.

Polaridad

Una onda electromagnética cuenta con dos componentes, un campo eléctrico (E), y el campo magnético (H), los cuales son perpendiculares entre sí. La polarización está definida por el posicionamiento de la antena; en una onda electromagnética la dirección en la que oscila el campo eléctrico en relación con el eje de propagación determina su polaridad, y esta puede ser positiva o negativa.

Longitud

En el contexto de una onda electromagnética, la longitud hace referencia a la distancia que existe entre dos picos de la onda que se encuentran en la misma fase, es decir la distancia en la que se repite la forma de una onda considerando puntos consecutivos con la misma fase, como cruces por cero máximos y mínimos, en pocas palabras la longitud de una onda es la distancia que existe en un ciclo.

Fase

Es otra de las propiedades de una onda, en términos generales describe la relación entre la posición de las partículas en un momento determinado, es decir la fase hace referencia a dos o más señales que se superponen en un determinado momento y que puede ser medida en radianes o grados. En cuanto a los desplazamientos de una fase estos pueden ser positivos o negativos, indicando el retraso o adelanto de una fase. (Rodríguez Martínez, 2017)

Protocolos de seguridad en redes inalámbricas

WEP (Wired Equivalent Privacy)

De acuerdo con (Benites et al., 2015) , el protocolo de seguridad WEP emplea una técnica de codificación básica para dirigir y enviar datos al destinatario conectado a una red. Este procedimiento se efectúa previo a la transmisión de la información y se clasifica como el nivel más elemental de protección inalámbrica, ya que las claves suelen ser estáticas y el protocolo no brinda servicios de autenticación. WEP utiliza un algoritmo de cifrado de flujo llamado RC4 (Rivest Cipher 4), diseñado por Ron Rivest en el año 1987, el cual es un algoritmo de cifrado de clave simétrica en donde la misma clave se utiliza tanto para cifrar como para descifrar los datos.

WPA (Wireless Protected Access)

El protocolo en cuestión cuenta con medidas de seguridad y privacidad que consisten en la utilización de claves de codificación de 128 bits, así como el uso de claves de sesión dinámicas. Fue desarrollado por Wi-Fi Alliance y IEEE para solucionar las debilidades del protocolo WEP. Una de las principales características de este protocolo es el uso de TKIP (Temporary Key Integrity Protocol), un nuevo cifrado que modifica la clave compartida entre el usuario y el punto de acceso de forma periódica para evitar ataques por reutilización de claves. Además, el protocolo WPA incluye una ampliación en la longitud de la clave de 40 a 128 bits.

WPA2

Este protocolo destaca porque ofrece: confidencialidad, autenticación e integridad. WPA2 se ubica entre los protocolos más seguros para redes WLAN, ya que utiliza un algoritmo de cifrado más avanzado llamado AES (Advanced Encryption Standard), el cual es mucho más robusto y fuerte que RC4. A diferencia de RC4, el protocolo AES utiliza claves de 128 bits lo que lo hace más resistente a ataques cibernéticos y vulnerabilidades conocidas. Sin embargo, la implementación de AES requiere un mayor poder de procesamiento lo que puede implicar la necesidad de utilizar más capacidad de hardware del equipo de red.

WPA 3

Es la actualización del protocolo WPA2, ofreciendo mejoras en el aspecto de seguridad, entre estas mejoras destacan la protección frente a los ataques de fuerza bruta generados por intrusos, maneja también un método de autenticación más seguro para encriptar claves conocido como SAE. Ofrece protección de cifrado individualizado para cada equipo conectado a la red, reduciendo el riesgo en ataques conocidos como “man-the-middle”.

EAP

Sus siglas provienen del inglés Extensible Authentication Protocol, y es un protocolo de autenticación de red que es utilizado para definir y establecer la identidad de los usuarios activos en una red. Este protocolo se utiliza con el fin de obtén una autenticación robusta, en su funcionamiento el protocolo no transmite las contraseñas de acceso en formato de texto, en su lugar maneja certificados digitales con los que autentica el servidor y al cliente; una vez autenticados realiza procesos de cifrados sofisticados para el intercambio de claves criptográficas.

Filtrado MAC

La técnica de filtrado de direcciones MAC proporciona una seguridad en redes inalámbricas y cableadas, ya que permite el acceso o restringe el mismo a los dispositivos que cuenten con direcciones MAC específicas. Una dirección MAC (Media Access Control), es un identificador conformado por 48 bits que se encuentra grabado internamente en la memoria de las tarjetas de red conocidas como NIC. Este identificador es único y es de suma importancia para la administración de redes.

Firewall

Un firewall actúa como una barrera que está diseñada para proteger a una red, de intrusos no autorizados. El firewall es también conocido como corta fuegos en español y puede ser un equipo físico que cuente con el firewall ya embebido de fabrica o un software instalado en un servidor. Una vez implementado se puede configurar con reglas específicas con el objetivo de controlar el tráfico de una red, filtrando constantemente el tráfico no deseado; un firewall además de permitir la detección y prevención de intrusos es capaz de brindar protección frente ataques de denegación de servicio DoS.

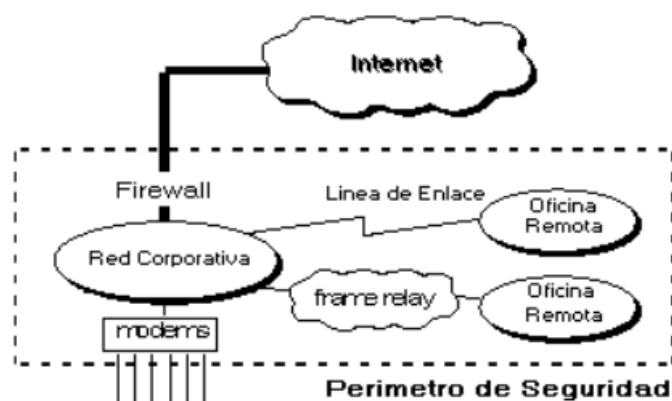


Figura 13 Implementación de un firewall creando un perímetro de defensa
Fuente:(Cuenca, 2016)

Autenticación 802.1x

Es un protocolo que se utiliza para controlar el acceso a redes. Este protocolo forma parte de la IEEE y puede ser aplicado en redes WLAN y redes LAN. Gracias a este protocolo sólo los usuarios y dispositivos autorizados que hayan sido autenticados correctamente pueden acceder a la red reduciendo el riesgo de amenazas en la seguridad. En este protocolo se emplea un servidor centralizado de autenticación, que verifica las credenciales del usuario o dispositivo que desea acceder a la red para lo cual emplea certificados de seguridad. Está conformado por tres entidades: el cliente, el punto de acceso y el servidor de autenticación. La autenticación 802.1x es especialmente útil para las redes inalámbricas, ya que permite el control de acceso preciso para cada usuario y dispositivo, lo que proporciona una mayor seguridad y control sobre la red. (Benites et al., 2015)

Elementos que componen una red inalámbrica

El autor (Valdez Castillo, 2019), en su publicación manifiesta que en el mundo de las telecomunicaciones se puede encontrar una amplia variedad de equipos inalámbricos los cuales comprometen el funcionamiento de una red, debido a que cada uno de estos elementos desempeñan un propósito específico. En general los equipos más utilizados en la construcción de una red inalámbrica son:

Antenas

Son dispositivos que permiten transmitir y recibir ondas de radio, convirtiendo ondas guiadas (señales digitales), por la línea de transmisión (cable o guía de onda), en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre. La diversidad de estos dispositivos actualmente es extensa, con características que determinan la potencia de transmisión y la precisión en la orientación de la señal transmitida. Los tipos de antenas inalámbricas que se pueden encontrar son:

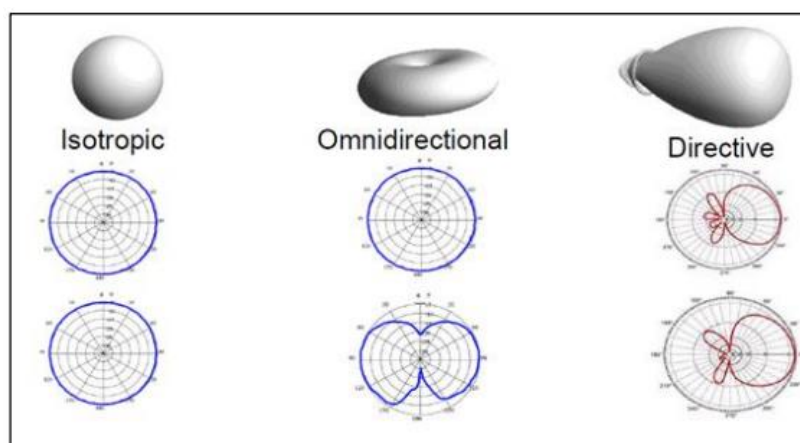


Figura 14 Diagrama de radiación en 3D y en 2D
Fuente:(Bouchti, 2016)

- **Antenas Direccionales:** La función de este tipo de antena es irradiar o recibir radiación en una dirección específica, inhibiendo la cantidad de radiación en las otras direcciones lo más que se pueda. Estas antenas son necesarias cuando se quiere transmitir una gran cantidad de información, de modo que la mayor cantidad de potencia se concentra en un área pequeña.
- **Antenas Omnidireccionales:** Las antenas omnidireccionales (omni), transmiten con la misma potencia su señal en todas las direcciones de plano horizontal, pero la representación en el plano vertical se ve reducida.
- **Antenas Sectoriales:** Es un tipo de antena de microondas, cuentan con un patrón de radiación en forma de sector. Generalmente su radiación es de 60°, 90° y 120°, y pueden verse como la mezcla de antenas direccionales y omnidireccionales. La antena omnidireccional irradia energía electromagnética en un ángulo recto. (Huidobro, 2013)

Router

Es un dispositivo de red que se encarga de llevar por la ruta adecuada el tráfico de datos, dado a su función puede ser identificado o conocido como enrutador o encaminador de paquetes operando en el nivel de 3 del modelo OSI. Los routers trabajan utilizando direcciones IP para saber a dónde tienen que ir los paquetes de datos, basándose en las direcciones IPs que son únicas para cada nodo en la red. (López Bulla, 2018)

Punto de acceso (Access Point)

Cumple la tarea de intermediario en una red inalámbrica con topología “modo infraestructura”, lo que quiere decir que este dispositivo actúa como puente en una red. Un Access Point es capaz de establecer los vínculos y enlaces necesarios para la comunicación entre los diferentes equipos de red dando la facilidad al usuario final de poder comunicarse inalámbricamente con cualquier nodo que este en su radio de alcance. (Proaño Cubillo, 2015)

Switch

Este dispositivo trabaja en la capa 2 del modelo OSI encargado del enlace de datos. Su función es conectar varios elementos dentro de una red, estos pueden ser computadoras, impresoras, televisores, cualquier aparato que posea una tarjeta ethernet o Wi-Fi. logrando reconocer las direcciones MAC de los dispositivos que están conectados a la red. Cuando un paquete de datos llega al switch, este es el encargado de tomar la mejor decisión de hacia qué puerto dirigirlo.

Controlador de (red) hardware

Un controlador de red es aquel equipo informático que permite gestionar de manera centralizada los diferentes elementos tecnológicos conectados a la red. A menudo estos controladores permiten la administración y configuración de router y Aps directamente desde la nube por medio de un software sofisticado, ofreciendo una solución practica en proyectos empresariales, también brindan la posibilidad de tener un seguimiento estadístico del consumo de datos, tiempos de conexión, usuarios conectados, información de erros encontrados en la red y posibles intrusiones de usuarios no autorizados.(Guinaldo et al., 2017)

Cables de red

Con el pasar del tiempo el cableado estructurado ha evolucionado significativamente propiciando mejores velocidades de transmisión a los usuarios finales de una red, permitiendo el envío y recepción de datos eficientemente. El cableado de red es una parte fundamental de cualquier infraestructura de comunicaciones, por esa razón es importante seleccionar el cable acorde en cuanto a la función. Existen varias categorías de cableado y su elección dependerá de los equipos utilizados para la red y el tráfico de datos:

- **Cat 1:** este tipo de cable es utilizado principalmente para conexiones de redes telefónicas POTS, ISDN.
- **Cat 2:** fue empleado en las redes de los años 1980 y 1990, conocidas como redes token ring de 4 Mbits/s.
- **Cat 3:** en el pasado fue utilizado para conexiones de red ethernet con velocidad máxima de Mbits/s.
- **Cat 4:** puede ser utilizado para el tendido de redes token ring, con una velocidad máxima de 16 Mbits/s y puede manejar frecuencias de hasta 20 MHz.
- **Cat 5:** uno de los cables más utilizados en redes ethernet, soportando velocidades máximas de 100 Mbits/s y manejando frecuencias de 100 MHz.
- **Cat 5e:** se utiliza en redes Fast ethernet y Gigabit ethernet de 1000 Mbits/s superando los 100 MHz.
- **Cat 6:** se usa en tendidos de redes Gigabit ethernet de 1000 Mbits/s con frecuencias de hasta 250 MHz.
- **Cat 6e:** empleado en redes de 10 Gigabit ethernet de 10000 Mbits/s con frecuencias de transmisión de hasta 500 MHz, compatible con cada una de las categorías inferiores.
- **Cat 7:** maneja frecuencias de 600 MHz y se utiliza en redes de 10 Gigabit ethernet y en redes de comunicaciones que requieren altas velocidades.

- **Cat 7^a:** se emplea en redes de 10 Gigabit ethernet y comunicaciones de mayor rapidez de transmisión de datos soportando frecuencias de 1000 MHz conforme con la regla mundial ISO-18801.
- **Cat 8:** este cable es el último cable lanzado al mercado y es capaz de soportar un ancho de banda de hasta 2 GHz y velocidades máximas de 25 Gb y 40 Gb.

Tabla 2 Comparación entre cables de categoría 3,4,5,5e,6, 6^a,7 y 7^a

Categoría	Frecuencia	Atenuación	Impedancia	Next db	Mbps
CAT 3	16 Mhz	36	100 Ω	32	4
CAT 4	20 Mhz	36	100 Ω	32	16
CAT 5	100 Mhz	36	100 Ω	32	100
CAT 5e	350 Mhz	36	100 Ω	41	1000
CAT 6	205 Mhz	36	100 Ω	51	1000
CAT 6 ^a	750 Mhz	36	100 Ω	56	10 Gb
CAT 7	1200 Mhz	36	100 Ω	60	10 Gb
CAT 7a	1200 Mhz	36	100 Ω	65	10 Gb

Fuente:(Barzola Ávila, 2023)

Energía fotovoltaica

Para (Pérez Mendoza, 2022) , la energía fotovoltaica es un tipo de energía renovable que permite a través de la transformación de los rayos solares la generación de energía eléctrica. Actualmente este tipo de tecnología ha alcanzado un nivel de madurez elevado, de la mano con la reducción de costos de los equipos necesarios para implementación, y contando con garantías de funcionamiento de hasta 26 años en paneles solares.

Es considerada una buena alternativa en lugares aislados que no cuenten con un servicio de energía eléctrica. También en países desarrollados es común ver la implementación paneles solares en hogares y empresas que buscan reducir los altos costes que representan las tarifas electricas. La implementación depende mucho de las necesidades del cliente, partiendo de este concepto se decidirá la ubicación, tipos de paneles fotovoltaicos y demás equipos necesarios para satisfacer requerimientos eléctricos específicos.

Ventajas de los sistemas fotovoltaicos

- Las instalaciones fotovoltaicas no producen ruido ni generan molestias durante su funcionamiento, en este sentido su implementación resulta viable en cualquier zona que cuente con exposición constante al sol, tanto en lugares urbanos, residenciales, rurales y naturales.
- Un sistema de planta fotovoltaica contribuye a mantener el ambiente ya que estos sistemas de producción de energía no emiten emisiones de gases nocivos ni genera efecto invernadero.
- Estos sistemas utilizan de un recurso inagotable como la radiación solar, lo que permite generar electricidad sin la necesidad de adquirir otros elementos o aditivos para la producción de energía.
- La energía solar fotovoltaica es una de las fuentes energéticas que presenta un sin número de ventajas y beneficios para el consumidor y el ambiente, esto en comparación con otras tecnologías de generación de energía.
- Se espera que los costos de los equipos fotovoltaicos sigan disminuyendo en los próximos años. Actualmente el presupuesto para la implementación de un sistema fotovoltaico es realmente bajo en comparación a años anteriores y se siguen reduciendo cada vez más los precios, lo que a su vez convierte a este tipo de tecnología como una de las mejores alternativas en el mercado, dando al usuario final la capacidad de retorno de inversión en periodos de tiempo que se ubican entre los 5 a 10 años. (García, 2023)

Generación fotovoltaica autónoma

Estas instalaciones son las que carecen de conexión con la red eléctrica convencional. Se pueden diferenciar en sistemas con acumulación y sistemas de conexión directa. Los sistemas de acumulación son los que están conectados a baterías que permiten el suministro eléctrico en periodos de poco o nulo aprovechamiento de la radiación solar. Los sistemas de generación de energía fotovoltaica autónoma pueden diferenciarse por el consumo al que están conectados, pudiendo haber instalaciones aisladas con elementos de consumo en corriente alterna o elementos de consumo de corriente continua. En un sistema fotovoltaico autónomo de corriente alterna, el consumo de las cargas se las realiza directamente desde el inversor, el mismo que se alimenta de la energía de las baterías alimentadas previamente por los paneles solares conectados al sistema.

Elementos que conforman un sistema fotovoltaico

Generador Fotovoltaico (Panel fotovoltaico)

Son dispositivos de estado sólido que convierten los rayos solares, la fuente de energía más abundante del planeta, directamente a electricidad. El panel fotovoltaico es el responsable de recolectar la energía irradiada por el sol y transformarla en energía eléctrica a través de un proceso fotoeléctrico. Existen diferentes modelos de paneles fotovoltaicos, pero en general todos están compuestos en un rango promedio de 36 a 72 células fotovoltaicas de silicio, no obstante, los materiales de fabricación podrían variar según el modelo y tipo de panel.

En los procesos de fabricación también se utilizan elementos como boro, arsénico, fósforo y bismuto para obtener los semiconductores necesarios. Cada panel tiene diferentes rendimientos los cuales se determinan por la potencia de generación eléctrica asociada a la estructura cristalina y el material de construcción de cada panel. En cuanto a los paneles de silicio existen tres tipos:

Panel policristalino

En términos económicos los paneles policristalinos representan una solución asequible, siendo estos más económicos que un panel monocristalino. Si bien es cierto que el precio de un panel policristalino es relativamente bajo, su bajo costo se ve reflejado también en un bajo rendimiento. Este tipo de célula fotovoltaica tiene un rendimiento que oscila entre 14 y 16% de rendimiento, es decir el panel solo es capaz de convertir en energía eléctrica utilizable el 14% de la energía que radia sobre el panel.

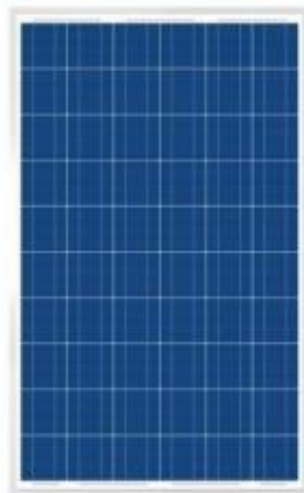


Figura 15 Panel policristalino
Fuente:(Alvarado Ladrón de Guevara, 2018)

Panel monocristalino

El panel fotovoltaico monocristalino es la evolución en tecnología de paneles solares en comparación con los paneles policristalino. En cuanto a su rendimiento esto mantienen un nivel superior al que es generado por un panel policristalino, es decir son altamente eficientes y tienen una vida útil prolongada razones por la cual han ganado popularidad en la industria de la energía solar. La única desventaja que presentan estos tipos de paneles es su alto coste debido a la pureza de silicio, y otros elementos de la estructura cristalina uniforme que lo conforma, pero a su vez esta pureza representa mayor producción de energía. (Alvarado Ladrón de Guevara, 2018)



Figura 16 Panel monocristalino
Fuente:(Alvarado Ladrón de Guevara, 2018)

Sistema de acumulación

La función de las baterías en un sistema autónomo fotovoltaico es proporcionar energía eléctrica durante la noche y durante los días de nula o baja insolación. Por lo tanto, el criterio básico para calcular la capacidad del sistema de acumulación es el garantizar el suministro de energía eléctrica durante un determinado número de días, conocido también como número de días de autonomía.

- **Baterías estacionarias:** conocidas también como acumuladores estacionarios son un modelo de batería que se caracteriza por tener un tiempo de vida útil superior al de cualquier otro modelo de batería y todos los mantenimientos que necesitan este modelo de batería son relativamente mínimos. La implementación de este tipo de batería es recomendable en proyectos grandes, donde los consumos definidos son extensos.

- **Baterías AGM:** son conocidas como “baterías matrices de fibra de vidrio absorbente” o baterías libres de mantenimiento como su nombre lo indica las baterías AGM no necesitan mantenimiento alguno. Su estructura está compuesta por un separador de fibra de vidrio absorbente para mantener el electrolito en su lugar. No obstante, su se relaciona con los ciclos de descarga que pueda sufrir. En este sentido cuentan con un numero de ciclos de bajo en comparación con los otros modelos de baterías.
- **Baterías de litio:** son baterías que necesitan poco o nulo mantenimiento y en cuestión de espacios son las más compactas del segmento ya que están compuestas por compuestos de litio en sus celdas electroquímicas. Los tiempos de carga completa son extremadamente rápidos, además soportan descargas totales sin sufrir daños. La única desventaja que presentan este elemento de acumulación de energía es el precio elevando frente a sus competidores.

Regulador de carga solar

Los reguladores o controladores de carga regulan la potencia de los módulos fotovoltaicos para prevenir la sobrecarga de energía hacia las baterías en un sistema fotovoltaico, de este modo el controlador de energía se encarga de manejar factores como la intensidad y el voltaje que se generan desde los paneles solares. En la actualidad existe la presencia de dos tipos de controladores de energía renovable (solar), y estos son:

Regulador PWM

Un regulador PWM puede variar de forma gradual la corriente de carga de la batería modificando la anchura de los pulsos de la tensión aplicada. El uso de la técnica de modulación de ancho de pulsos (PWM – Pulse-Width Modulation), permite introducir más corriente en las baterías sin aumentar la tensión, consiguiendo estados de carga de la batería con promedios cercanos al 95%, además de mejorar el aprovechamiento de la energía procedente del generador fotovoltaico.



Figura 17 Controlador solar PWM y MPPT
Fuente:(Prosumidores, 2019)

Regulador MPPT

Un regulador MPPT dispone de un seguidor de punto de máxima potencia. Con este componente, el generador fotovoltaico funciona en el máximo de potencia y reduce las pérdidas de potencia en porcentajes superiores a un 10%. Estos reguladores son imprescindibles cuando se utilizan módulos fotovoltaicos cuya tensión en el punto de trabajo óptimo es muy diferente de la tensión de carga de la batería.

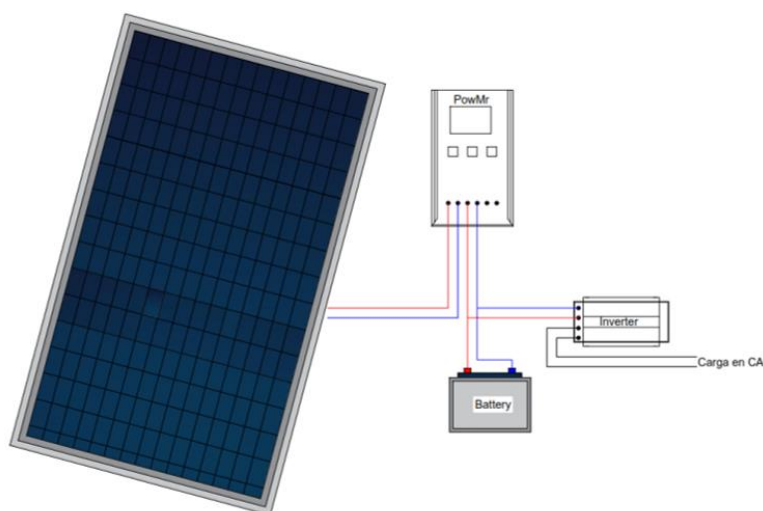


Figura 18 Representación gráfica de un sistema fotovoltaico

Fuente: (Urgilés Bermeo, 2019)

Inversor solar

El inversor solar es un dispositivo capaz de convertir la corriente continua, producida por el generador fotovoltaico, en corriente alterna con los parámetros adecuados de tensión y frecuencia. En la aplicación, de un sistema fotovoltaico autónomo, el inversor va conectado a la salida del regulador de carga o directamente conectado a la salida de energía de la batería. Para seleccionar el inversor solar apropiado en un sistema fotovoltaico autónomo, es necesario determinar su tensión nominal de entrada y su potencia nominal. (Muñoz C. 2021)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Consideraciones Generales.

En cuanto al origen etimológico de la palabra metodología esta se deriva del griego “methodos”, que significa forma y “logos”, para referirse a estudio, es decir, la forma en que se realizará el estudio (Campuzano, 2016). Una buena metodología ayuda a que investigador pueda abordar y enfocar un problema de mejor manera, además de encontrar de forma ordenada y directa la solución, en este sentido la metodología de la investigación engloba un sin número de estrategias y decisiones relacionadas con el diseño de una investigación, las técnicas a utilizar, la selección de muestra que abarcará, el tipo de análisis investigativo y otros parámetros que se combinan en busca de resultados precisos.

Para la presente investigación, se eligió el enfoque cuantitativo el cual consiste en la recopilación y análisis de datos numéricos teniendo la cualidad de que estos datos deben ser medibles. La característica que más destaca de la investigación cuantitativa es que se utiliza la formulación de un problema en específico para el desarrollo de un marco teórico teniendo en cuenta en todo momento la revisión literaria de trabajos realizados, la medición de las variables, el uso de métodos estadísticos y la búsqueda de objetividad en el proceso investigativo. Entre las técnicas utilizadas dentro de la investigación cuantitativa se encuentran las encuestas, el análisis estadístico, el empleo de fórmulas matemáticas la aplicación de métodos y técnicas para medir una población específica.

En el plano de este proyecto investigativo se mantiene un marco metodológico sólido en donde se tiene como consideración, abordar el apartado de conectividad dentro de las áreas administrativas de la Unidad educativa Fiscal 23 de octubre, las cuales no cuentan con conexión a internet, siendo este una de las consideraciones principales, para ello se realizara un análisis exhaustivo del rendimiento de la red en términos de conectividad, se calculara el consumo energético, y se simularan el mejor escenario para instalación de los equipos con el objetivo de dotar un producto final eficiente.

El tema de la autonomía energética de la red inalámbrica WLAN tiene un papel importante, para ello se considera la construcción de un sistema generador de energía fotovoltaica que será el encargado de suministrar la energía eléctrica y dar autonomía a la red buscando maximizar el uso de energía fotovoltaica sostenible para la red. Metodológicamente se evaluará la viabilidad técnica en un entorno específico considerando factores climáticos, ubicación del panel solar, se aplicaron métodos de medición para analizar el nivel de producción y almacenamiento energético, realizando simulaciones de producción y formulas matemáticas.

Métodos utilizados

Para darle un enfoque sólido a la investigación realizada fue necesario integrar diversos métodos los cuales fueron seleccionados estratégicamente, la combinación de estos métodos enriqueció el análisis y el enfoque investigativo además ayudaron a construir un trabajo completo integrando los elementos necesarios para garantizar la precisión y confiabilidad en sus hallazgos obtenidos.

Método de Campo

En la investigación se utilizó el método de campo con el fin de recopilar información de primera mano directamente del entorno escolar de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre, a través de observaciones aplicadas institución gracias a la colaboración de las autoridades del plantel, en donde se recopiló información crucial, infraestructura y sobre necesidades específicas para la implementación de la red WLAN y la energía fotovoltaica.

Método Analítico

El método analítico se utilizó en la investigación para llevar a cabo un análisis objetivo y metódico que implica el diseño de la red WLAN y la integración de la energía fotovoltaica, examinando los requisitos técnicos de ambos elementos, conocer las capacidades de consumo energético de la red y el nivel de producción de energía fotovoltaica, para generar un proyecto que cuente con los componentes que garanticen fiabilidad y autonomía.

Método Histórico-lógico

Fue aplicado desde el punto de vista investigativo, para comprender los antecedentes en el contexto histórico de proyectos realizados anteriormente que compartieran relación con la implementación de redes y el uso de energía fotovoltaica como fuente de sustento. En este sentido se exploraron proyectos previos y artículos similares a la línea de investigación para extraer experiencias y resultados sirvieran como base para tomar mejores decisiones en el desarrollo de este trabajo investigativo.

Método Estadístico – Matemático

La aplicación del método estadístico - matemático hace su presencia en la investigación al momento de procesar y analizar los datos recopilados en las encuestas realizadas al personal administrativo del institucional. Durante un análisis cuantitativo se prepararon las correspondientes tabulaciones y gráficos partiendo de las respuestas recopiladas dando lugar a la patrones o tendencias más fácil de procesar.

Tipo de investigación

En el criterio de (Rica et al., 2009), la investigación aplicada es conocida también como investigación práctica o empírica y tiene como objetivo la utilización de conocimientos académicos previamente adquiridos para dar solución a problemas prácticos, utilizando métodos y técnicas tecnológicas de una manera sistemática. Es decir, la investigación aplicada se caracteriza por abarcar conocimientos teóricos y conceptuales derivados de la investigación básica y aplicarlos en contextos prácticos marcando así una diferencia notable con respecto a la investigación puramente académica.

Otros autores como (Teodoro & Nieto, 2018), manifiestan que la investigación aplicada es también conocida como investigación tecnológica, incluso indican que el principal enfoque de este tipo de investigación está centrado en abordar problemas presentes en la sociedad mediante la observación, reflexión, diseño y praxis involucrando sistemas, procedimientos tecnológicos, normas y técnicas que varían dependiendo el campo que se aborda. Este tipo de investigación busca mejorar sistemas existentes creando indudablemente conocimiento aplicable en el ámbito tecnológico.

Basado en los criterio expuestos anteriormente, se puede decir este proyecto encaja perfectamente dentro del estándar de una investigación aplicada, ya que dentro del mismo se propone una solución práctica, en este caso, la propuesta de una red WLAN para solucionar el problema real de conectividad que afecta a la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre de la ciudad de Montecristi, tomado en cuenta la construcción de un sistema fotovoltaico que garantice el suministro de energía eléctrica a la red.

Para ello es necesario llevar a cabo los análisis necesarios con el fin de conocer la necesidades y requisitos que la institución educativa presenta, entre ellos la cantidad de usuarios a conectarse, dispositivos que formarán parte de la red y los espacios que deberán cubrir. Posteriormente seleccionar la mejor opción entre los equipos necesarios para la construcción de la red, luego de la identificación y análisis de las características de cada equipo que existen en el mercado tecnológico.

Una vez que se diseñe la red y a medida que se implemente la misma, se plantea la realización de pruebas del funcionamiento con la finalidad de garantizar la conexión estable y segura en las áreas administrativas seleccionadas en este proyecto. No obstante, el uso de otros elementos metodológicos como la investigación descriptiva y exploratoria son completamente necesarios en esta investigación ya que en conjunto servirán para detectar los problemas de conectividad presentes en la institución.

Diseño de investigación

El propósito de este apartado es detallar el proceso o plan a seguir para lograr cumplir con la investigación. Según lo descrito por (Agudelo et al., 2008), la investigación no experimental se caracteriza por el hecho de que las variables independientes ya han sucedido y no pueden ser modificadas. En pocas palabras el investigador no tiene un control directo sobre las variables además no influye en las mismas ya que sus efectos ya han ocurrido sin la intervención intencional del investigador.

Según este criterio se podría considerar a la presente investigación como no experimental, debido a que la misma se basa en la observación y análisis de situaciones ya existentes, en lugar de la construcción de un escenario controlado. Del mismo modo se mantiene enfoque descriptivo correlacional y transversal. El enfoque descriptivo correlacional surge en este proyecto al momento de determinar los dispositivos que se utilizaran en la construcción de la nueva red WLAN y el sistema fotovoltaico. Mientras que el diseño transversal es útil al momento de analizar el desempeño de la red WLAN, en términos de velocidad, alcance y calidad de la señal.

Unidades de estudio

Población

Para llevar a cabo este proyecto se delimitó a la población de estudio compuesta únicamente por el personal que labora en las oficinas de rectorado, vicerrectorado, área médica y en el departamento de consejería Estudiantil (DECE), de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre de la ciudad de Montecristi. Dicha población tiene un total de 10 personas quienes se beneficiarán directamente por la ejecución de este proyecto.

Tabla 3 Población total

Nombre	Cargo	Correo Electrónico
George Ontaneda Loor	Rector	goloor@hotmail.com
Nancy Raquel Cedeño	Vicerrectora	nancycrv_77@hotmail.com
Víctor Herida Burbano	Médico	victorherediaburbano@gmail.com
Dora Murillo Palacios	Encargada Tic	doma1201@yahoo.es
Matilde García	Auxiliar	magarci_723@hotmail.com
Aracely Mero Espinales	Analista DECE	aracelymero@live.com
Laura Loza Hidalgo	Analista DECE	junmicsavlaura@hotmail.es
Adrianny Jazmín Montes	Analista DECE	adrianny_mp@hotmail.com
Yubesis Mendoza Rebam	Analista DECE	ycmruvc@gmail.com
Verónica Blosa Pim	Analista DECE	veritopp08@hotmail.es

Fuente: Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre

Autor: Méndez Klevers

Muestra

Al tratarse de un proyecto donde la población total es finita, es decir la misma es limitada y claramente identificada se consideró en su totalidad al universo de la población. De esta forma se evitó excluir elementos importantes o incluir elementos no relevantes para la investigación, además de impedir el origen estimaciones que inflen el margen de error de los resultados que se pueden presentar. La decisión de trabajar con todos los individuos que conforman la población se basa en el principio de la representatividad y la precisión de los resultados. Esta estrategia se utiliza en investigaciones cuando la población es relativamente pequeña o cuando se pretende obtener resultados altamente precisos y confiables.

Para (Hernández Sampieri, 2014), una muestra poblacional es un subconjunto de la población total que representa una fracción reducida de los individuos que serán estudiados y su uso está ligado con la necesidad de definir claramente los límites de la población con el fin de obtener y establecer parámetros de estudio. Basado en los conceptos expuestos en este apartado se procede a presentar el cálculo del tamaño de la muestra utilizando fórmula de la distribución normal Z.

En donde:

- *N*: población.
- *p*: probabilidad de éxito.
- *q*: probabilidad de fracaso.
- *e*: error de estimación.
- *Z*: nivel de confianza.

Ecuación 1 Fórmula de la distribución normal Z

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Datos:

$$N: 10 \quad p: 0.5 \quad e: 0.05 (5\%) \quad Z: 1.96 \quad q: 0.5$$

$$n = \frac{10 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (10 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{10 * 3.8416 * 0.5 * 0.5}{0.0025 * (9) + 3.8416 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{10 * 3.8416 * 0.25}{0.0025 * (9) + 3.8416 * 0.25}$$

$$n = \frac{9.604}{0.0025 * (9) + 3.8416 * 0.25}$$

$$n = \frac{9.604}{0.0225 + 0.9604}$$

$$n = \frac{9.604}{0.9829}$$

$$n = 9.771 \approx 10$$

Al aplicar los cálculos correspondientes a la fórmula de distribución normal Z incluyendo cada uno de los procesos que se involucran, el resultado final presenta una muestra estimada de 9.771, valor que se aproxima a la cantidad total de población involucrada en el estudio. Este dato representa el valor de la muestra a estudiar la misma que mantiene un 95% de confianza y un 5% pertinente al margen de error.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en la investigación fue necesario aplicar una técnica de recolección de datos. Los autores (Anguita et al., 2003), indican que la encuesta es la técnica de investigación que implica un conjunto de estándares y métodos para la recopilación de datos directamente de una muestra o población de individuos y con la aplicación de esta técnica se garantiza la validez, confidencialidad y anonimato de los participantes. Entre los objetivos de la encuesta están la exploración y explicación de las características y opiniones dadas por el grupo de individuos al cual se le suministro la encuesta. Por otro lado los autores expresan que la encuesta puede ser aplicada de diferentes formas ya sea por correo electrónico o presencialmente a un grupo de personas y a diferencia de otras técnicas e instrumentos de recolección de datos, el nivel de interacción es limitada, es decir la persona encargada solo indica las normas generales que servirán para el despeje de dudas y orientación al momento de contestar cada pregunta y cuando es enviado por correo, solo se incluye una carta de presentación solicitando la contestación e indicando la posible utilidad de los datos recogidos.

Se suministró al personal administrativo de la institución una encuesta en donde cada ítem fue previamente revisado por profesionales en el campo de las telecomunicaciones construyendo así una encuesta respaldada académicamente. Luego de la revisión se preparó la encuesta con un total de 10 preguntas y fue suministrada por correo electrónico. En esta encuesta se abordan temas relacionados a la presencia, calidad, funcionamiento y nivel de satisfacción de la red interna presente en la institución, con esta encuesta se busca medir aspectos cualitativos relacionados al nivel de conectividad que tiene el personal administrativo dentro de la institución. A continuación, se adjunta el enlace de la encuesta suministrada: <https://forms.gle/8pta1pmeDo7z6JS77>

Técnica de análisis de datos

En concreto para llevar a cabo el análisis de los datos de esta investigación, se utilizó la estadística descriptiva. Según indican los autores (Faraldo & Pateiro, 2013), la estadística descriptiva se basa en un conjunto de técnicas y de herramientas que sirven para analizar y describir la agrupación de varios de datos. En cuanto a dichas herramientas se pueden encontrar tablas de frecuencia, tablas gráficas y medidas numéricas, que permiten resumir la información contenida en formularios y presentar la forma de su distribución.

Operacionalización de variables

Tabla 4 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	INDICADOR	MÉTODO/MEDICIÓN
Identificar zonas muertas	Áreas donde la señal de la red presente en la unidad educativa es débil o inexistente.	Cantidad de puntos de acceso pertenecientes al personal que labora en las áreas administrativas con señal débil o inexistente	Mapas de calor generados en Acrylic Heatmaps.
Solapamiento de redes	Nivel excesivo de señales Wi-Fi.	Número de redes que se superponen en las cercanías de las áreas administrativas.	Análisis de cobertura con Acrylic Wi-Fi Analyzer.
Equipos a implementar	Recursos y equipos necesarios para el diseño de la red y la instalación del sistema fotovoltaico.	Lista de equipos identificados.	Revisión en repositorios académicos, fichas técnicas de los equipos.
Implementación de la red WLAN y estación fotovoltaica	Establecer la estructura de la red WLAN propuesta y del sistema fotovoltaico para la alimentación de la red e implementación del proyecto.	Nivel de señal de la nueva red WLAN y capacidad de generación energética del sistema fotovoltaico.	Simulación en PVSyst y en Acrylic Heatmaps.

Autor: Méndez Klevers

3.2.Diseño del Sistema de Comunicación WLAN

En lo que concierne al diseño e implementación de la red WLAN, se necesita como primera medida realizar una planificación de la cobertura requerida, en función a la ubicación de los clientes y sus necesidades de conexión. En este sentido es importante delimitar el área y la distancia en donde se implementarán los nuevos equipos de red, siendo este el primer paso en el proceso de construcción de la red inalámbrica. El uso de la herramienta Acrylic Wi-Fi Analyzer, es la opción considerada en este proyecto, y con la misma se busca conocer el nivel de intensidad en la señal emitida necesaria para abarcar las áreas administrativas. Esto se realizará por medio de mapas de calor generados en la herramienta antes mencionada, por medio de este software se puede minimizar la interferencia en la red, teniendo en cuenta el material de construcción de las diferentes oficinas ubicadas en la institución educativa y definir la mejor ubicación de los equipos emisores de la señal inalámbrica.

El otro aspecto para considerar dentro del proyecto es la topología de red a utilizar, con la topología se busca presentar la ubicación y forma de conexión de equipos a implementar . Para este caso en específico la topología más adecuada de acuerdo con la disposición de las oficinas sería una topología de red tipo Árbol.

Los materiales que utilizar es un factor crítico para garantizar el mejor rendimiento del proyecto, en este sentido se utilizarán equipos tecnológicos de comunicación inalámbrica, los cuales cuenten con compatibilidad y con el fin de agilizar el tendido de la red, se considerará solo equipos de red que cuenta con alimentación energética tipo PoE, y aprovechando esta característica alimentar energéticamente a través del mismo cable de red por el que se comparten los datos. En cuanto a gestión de la red será controlada por un controlador de red el cual permitirá la administración de todos los elementos conectados a la red, dándole el control real al administrado del área informática de la institución educativa, desde cualquier parte del mundo por medio de un dispositivo con conexión a internet.

Se describirán los equipos a utilizar analizando la característica de cada uno en cuanto a potencia y rendimiento. Para garantizar el buen funcionamiento de la red, en la parte final se someterá a una serie de pruebas correspondiente a velocidad , disponibilidad y nivel de señal emitida en cada una de las áreas administrativas de la institución, verificando de este modo la calidad del proyecto y de ser el caso al encontrarse un error en la fase de pruebas darle la solución correspondiente. A continuación, se presenta el diagrama de bloques del diseño de la red WLAN.

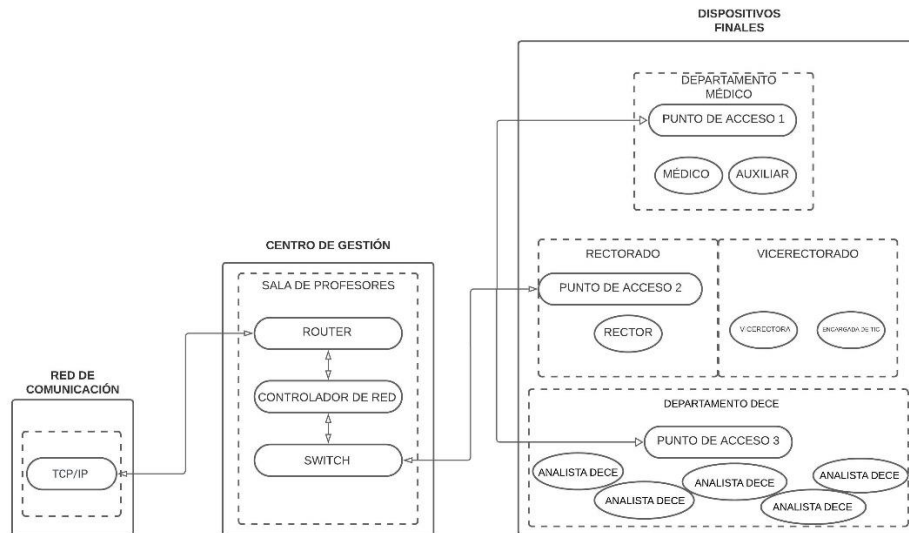


Figura 19 Diagrama de bloque red WLAN
Autor: Méndez Klevers

3.3. Diseño de alimentación de energía solar

La autonomía energética de la red WLAN institucional estará respaldada por un sistema fotovoltaico dimensionado de acuerdo con las necesidades de consumo de todo los quipos de red. En el plano metodológico para alcanzar el objetivo principal del sistema fotovoltaico primeramente es necesario realizar una recopilación técnica de datos a lo largo de una investigación con el fin de conocer las necesidades energéticas.

Para ello hay aplicar un estudio del consumo respecto a cada uno de los equipo integrados en la red inalámbrica, esto incluye el determinar la demanda de energía y el tiempo que permanecerá encendida la red. Posteriormente planificar y seleccionar los elementos necesarios para la construcción del sistema fotovoltaico, en este caso considerar componentes claves como tipo de panel a utilizar, modelo de inversor, tipo de batería, modelo de controlador solar.

Dependiendo de la intensidad energética seleccionar el tipo de cableado adecuado que soporte la carga producida en los equipos fotovoltaicos, calcular la cantidad de materiales necesarios como canaletas, bridas, y el tipo de material para la construcción de la base del panel solar. Durante el diseño del sistema fotovoltaico es necesario realizar simulaciones de rendimiento evaluando así en nivel de producción del sistema fotovoltaico, en este sentido utilizar un software especializado como Solarius PV, y por medio de simulaciones detalladas conocer el comportamiento del sistema fotovoltaico frente a las condiciones climáticas presentes en la ciudad de Montecristi, por medio de los datos almacenados en la base de datos meteorológica incorporada el software simular de manera precisa el nivel de producción solar en diferentes escenarios.

Con este software es posible incluso determinar la mejor orientación, para instalar los paneles solares, inclusive calcular cual es la mejor inclinación de la estructura que sostiene al panel solar maximizando así la captación de energía solar durante el día. Internamente en Solarius PV, se puede considerar otros parámetros relevantes como, tiempo de vida de los equipos, eficiencia de los paneles, la capacidad de almacenamiento de la batería, el tiempo total para el retorno de la inversión, además de otros parámetros que convierten a Solarius PV como uno de los programas más potentes y completos para realizar simulaciones fotovoltaicas. A continuación, se presenta el diagrama del sistema a implementar en la Unidad Educativa fiscal 23 de octubre, en este diseño se muestra la arquitectura con la ubicación de cada uno de los componentes.

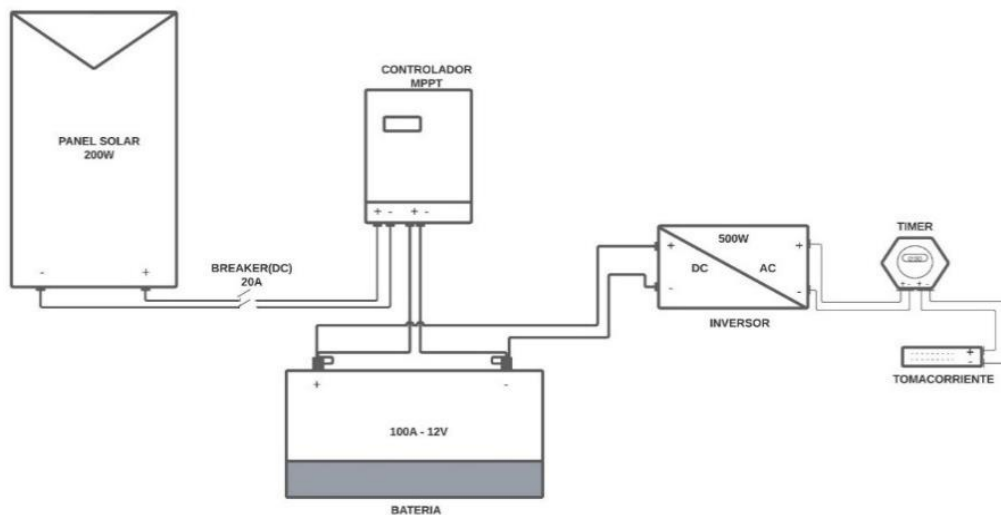


Figura 20 Diagrama del sistema fotovoltaico
Autor: Méndez Klevers

3.4. Implementación del Sistema

Según el autor Tamayo (2006), la investigación descriptiva abarca el registro, análisis e interpretación, procesos, fenómenos y el funcionamiento en el presente de algo en específico. Dado que este es un proyecto de carácter descriptivo en el mismo se definirán los elementos y tecnologías acordes al objeto de estudio, poniendo en marcha la propuesta y alcanzando así los objetos planteados. En cuanto a la parte técnica, es necesario utilizar una metodología de desarrollo en cascada, que establezca diversas fases de desarrollo.

De esta manera, se busca agilizar los tiempos de trabajo aplicando simuladores de manera conjunta, con el objetivo de definir la mejor ubicación de los equipos y abarcar todo el espacio

físico de las áreas administrativas. La metodología en cascada es considerada también como una metodología de marco tradicional que mantiene un enfoque secuencial con procesos rígidos, es decir, la metodología contiene varias fases definidas con previa planificación y es necesario la ejecución secuencial de cada etapa antes de pasar a la siguiente. Todo esto se realiza con la finalidad de asegurar resultados de alta calidad. Esta metodología fue implementada por primera vez en año 1970 y a pesar de su antigüedad sigue siendo utilizada en proyectos de pequeña y mediana magnitud (Navia, 2019). Las fases de la metodología en cascada son las siguientes:

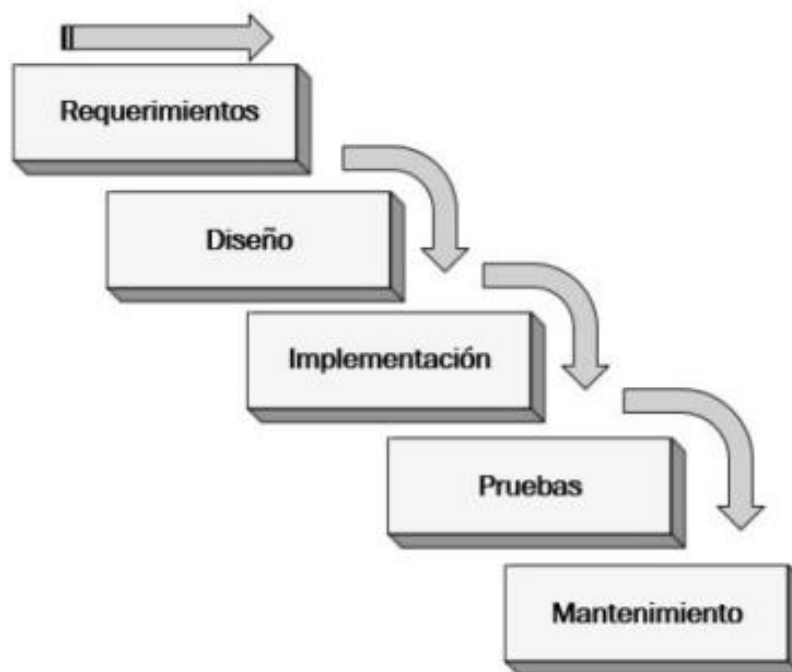


Figura 21 Procesos metodología en cascada
Fuente:(Navia, 2019)

- **Fase de requerimientos:** es la fase inicial del modelo de desarrollo en cascada durante esta etapa se recopila información necesaria sobre los requisitos del cliente. En lo que acontece al proyecto a desarrollar en esta fase se realizara un estudio de campo en la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre con el fin de identificar zonas sin conexión a internet, identificar los equipos de red existentes, el estado de la red, la cantidad de usuarios abastecer, documentar el tamaño y ubicación de las oficinas además de identificar posibles interferencias de redes cercanas.

- **Fase de diseño:** después de contar con los requerimientos obtenidos en la fase previa se procede a diseñar el proyecto en base a las necesidades, requisitos y recomendaciones del cliente. En esta fase, se llevará a cabo la identificación de todos los equipos requeridos previos a la implementación de la red y el sistema fotovoltaico. Se emplearán fórmulas específicas y simuladores para crear un diseño sólido del generador de energía y la red, garantizando que el sistema fotovoltaico sea capaz de cubrir de manera eficiente las necesidades energéticas del proyecto.
- **Fase de implementación:** consiste en el despliegue del proyecto con el fin de crear un producto funcional. Para el caso específico de la propuesta es necesario llevar cabo la instalación de los equipos, realizar el tendido del cableado de red y el cableado eléctrico de manera organizada y tomando en cuenta todas las medidas de seguridad necesarias para evitar posibles accidentes.
- **Fase de pruebas:** una vez completada las fases previas se procede a realizar pruebas exhaustivas del producto buscando solución a posibles problemas que se presenten. Dentro de las pruebas a realizar consta la verificación del funcionamiento correspondiente a nueva red abordando aspectos como la velocidad de internet, y la estabilidad a lo largo de un período definido.
- **Fase de mantenimiento:** esta fase es la última del modelo en cascada y se aplica después de ser entregado el proyecto. Consiste en evaluaciones periódicas verificando el óptimo desempeño. Cabe recalcar que en este apartado se involucrara la limpieza física de componentes instalados como paneles solares, cables de red, puntos de acceso etc. Incluso se considerará y la gestión de actualizaciones periódicamente para el sistema embebido del controlador de red y la corrección de posibles fallas, para garantizar que el sistema fotovoltaico y la red WLAN sigan siendo confiables y funcionen sin inconveniente el mayor tiempo posible.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de datos

Pregunta N° 1: ¿Cuál es su nivel de conocimiento en cuanto a las redes inalámbricas (WLAN)?

Tabla 5 Nivel de conocimiento en cuanto a las redes inalámbricas

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Alto	2	20%
Medio	5	50%
Bajo	2	20%
Ninguno	1	10%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

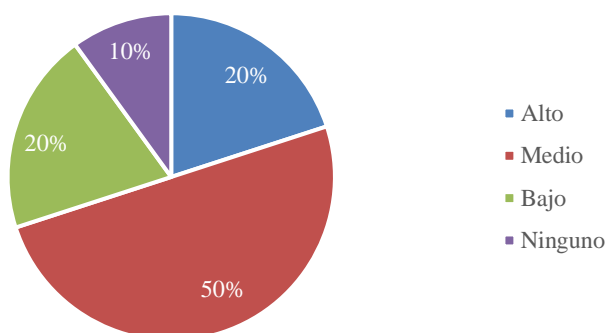


Figura 22 Nivel de conocimiento en cuanto a las redes inalámbricas
Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

Una vez suministrada la encuesta y con respecto a la primera pregunta relacionada al nivel de conocimiento de redes inalámbricas WLAN el 20% de las personas indicaron que tienen un conocimiento alto de las redes inalámbricas mientras que el 50% de los encuestados indicaron tener un conocimiento medio, otro 20% manifestó tener un conocimiento bajo y finalmente el 10% opinó que tienen ningún conocimiento sobre el tema. Con las opiniones recogidas es evidente que la mayoría de la población encuestada está familiarizada con las redes WLAN.

Pregunta N° 2: ¿Qué nivel de conocimiento tiene usted sobre la energía fotovoltaica?

Tabla 6 Nivel de conocimiento sobre la energía fotovoltaica

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Alto	2	20%
Medio	5	50%
Bajo	2	20%
Ninguno	1	10%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

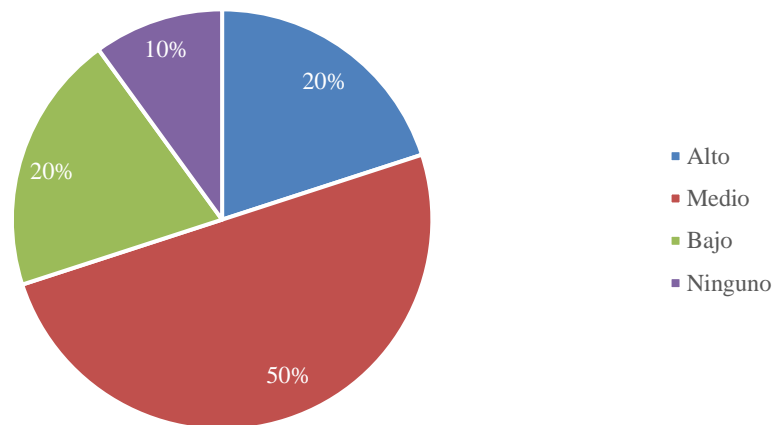


Figura 23 Nivel de conocimiento sobre la energía fotovoltaica
Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

En función a la pregunta N°2 de la encuesta, las opiniones recopiladas muestran lo siguiente: un 20% del personal administrativo indicó que tienen un nivel de conocimiento alto sobre la energía fotovoltaica, otro 50% que tiene conocimientos medios sobre la energía fotovoltaica, por otro lado, el 20% un nivel bajo y un 10% no tiene conocimiento alguno. Analizado estos datos se puede deducir que nuevamente más de la mitad de la población encuestada tiene conocimientos previos sobre el eje central de la pregunta en este caso se suman un 70% entre conocimiento alto y medio sobre la energía fotovoltaica.

Pregunta N° 3: ¿Para realizar sus tareas administrativas con qué frecuencia usted se conecta a internet?

Tabla 7 Frecuencia de conexión a internet

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Mucha frecuencia	10	100%
Poca frecuencia	0	0%
No se conecta a internet	0	0%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

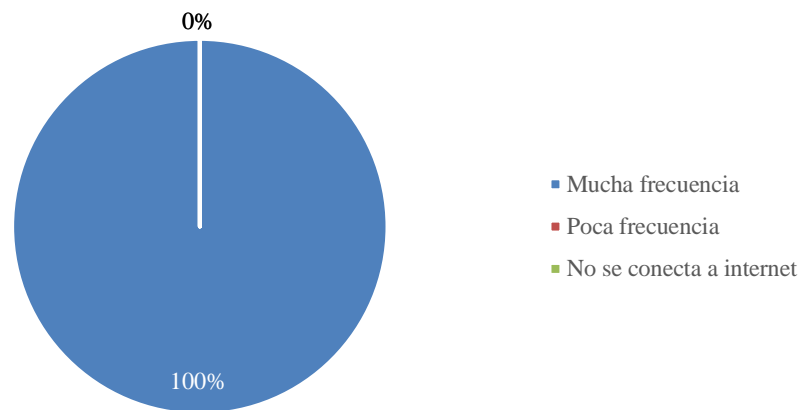


Figura 24 Frecuencia de conexión a internet

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

Para la pregunta N°3, en donde se buscaba conocer la frecuencia con la que el personal administrativo se conecta a internet para realizar las tareas laborales, el 100% de los encuestados manifestaron que con mucha frecuencia se conectan a internet. Esta tendencia demuestra que es sumamente importante la conexión a internet en los departamentos de rectorado, vicerrectorado, departamento médico y consejería estudiantil de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre, ya que todo el personal que labora dentro de la institución necesita conexión a internet para realizar sus actividades.

Pregunta N° 4: ¿Dentro del área, en la que desempeña sus funciones laborales, existe la presencia de una red que suministre conexión a internet?

Tabla 8 Presencia de red que suministra conexión a internet

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si existe	2	20%
No existe	7	70%
No sabe	1	10%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

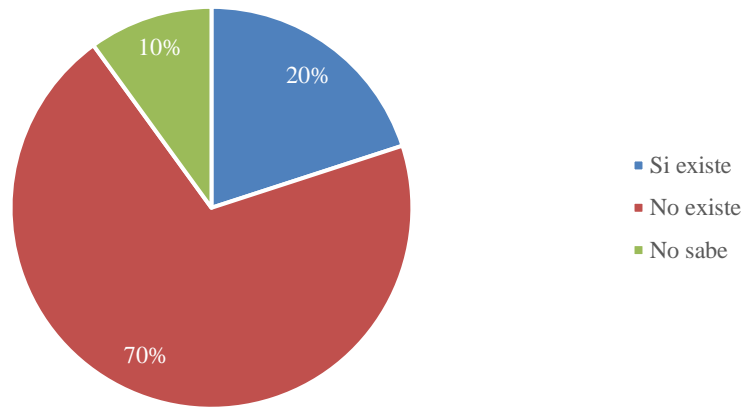


Figura 25 Presencia de red que suministra conexión a internet
Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

Basado en la pregunta N°4 de la encuesta en la que se busca conocer la existencia de una red la cual suministre conexión internet en las áreas laborales; de los encuestados solo el 20% indica que, si existe una red, mientras que el 70% manifiesta que no existe red alguna y finalmente el 10% no sabe si existe o no una red dentro de la institución. Es claro deducir luego del análisis de los datos recopilados, que en la mayoría de las áreas administrativas no hay la presencia de una red que brinde conexión a internet lo cual es un problema ya que en la pregunta N°3 el 100% de los encuestados manifestaron que para realizar sus tareas administrativas necesitan conectarse a internet con mucha frecuencia.

Pregunta N° 5: ¿La institución en la que trabaja ha experimentado algún problema relacionado con el suministro eléctrico el cual directa o indirectamente a afectado sus actividades laborales en algún momento?

Tabla 9 Inconvenientes con el suministro eléctrico

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	10	100%
No	0	0%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

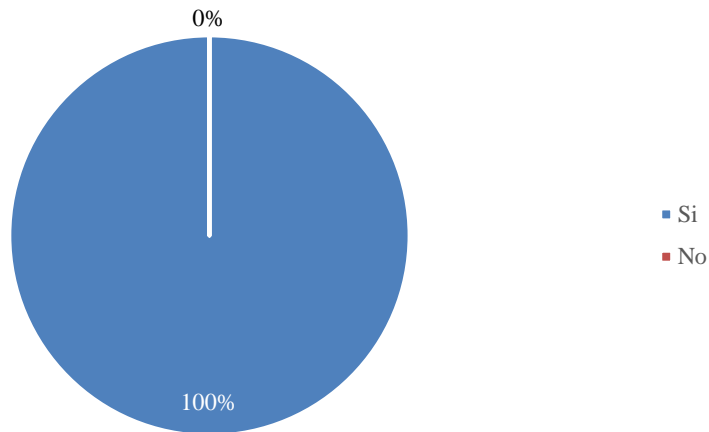


Figura 26 Inconvenientes con el suministro eléctrico
Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

Analizando la tabla y gráfico generado por la pregunta N°5 que versa “¿La institución en la que trabaja ha experimentado algún problema relacionado con el suministro eléctrico el cual directa o indirectamente a afectado sus actividades laborales en algún momento?”, el 100% de la población encuestada respondió que si ha experimentado problemas relacionados con el suministro eléctrico. Ninguno de los encuestados seleccionó la alternativa “No”. Esto demuestra que la institución educativa ha presentado problemas relacionados con el suministro eléctrico que han impactado directamente a las actividades administrativas de la institución por lo es recomendable tomar acciones para minimizar este problema.

Pregunta N° 6: ¿Cómo describiría la calidad de la señal de la red institucional actual en términos de satisfacción y rendimiento?

Tabla 10 Calidad de señal de la red institucional

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Buena	0	0%
Normal	1	10%
Mala	9	90%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

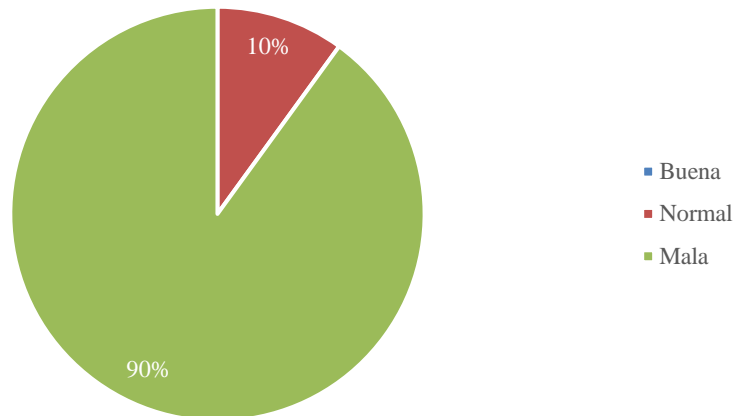


Figura 27 Calidad de señal de la red institucional

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

Con respecto a la pregunta N°6 que se busca conocer la calidad de la red institucional en términos de satisfacción y rendimiento, ninguno de los encuestados calificó a la red como buena, mientras el 10% dio su opinión e indicó que la red tiene un rendimiento normal y el 90% del personal encuestado calificó como mala a la red en términos de satisfacción y rendimiento. Es posible que esta tendencia del 90% de los encuestados en catalogar como mala a la señal de la red en términos de calidad y rendimiento se deba a la ausencia de la red en la mayoría de las áreas administrativas.

Pregunta N° 7: ¿Qué equipo informático utiliza usted para desarrollar las actividades administrativas dentro de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre?

Tabla 11 Equipos informáticos que utiliza el personal administrativo

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Computador de escritorio	1	10%
Computador portátil	9	90%
Teléfono inteligente	0	0%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre

Autor: Méndez Klevers

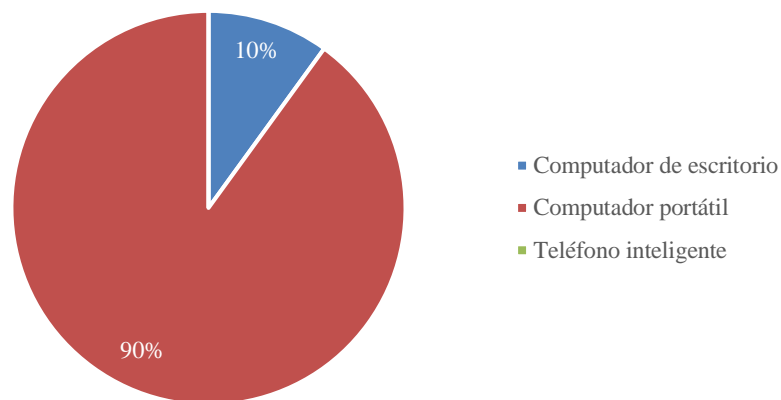


Figura 28 Equipos informáticos que utiliza el personal administrativo
Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

En referencia a la tabla y grafica antepuesta se puede argumentar lo siguiente: Un total del 10% del personal administrativo usa computador de escritorio en su área de trabajo para realizar sus actividades, mientras que el 90% realizan su trabajo con ayuda de un computador portátil y ninguno de los encuestados usa teléfonos inteligentes. En este contexto los resultados obtenidos demuestran que 9 de las 10 personas encuestadas utilizan portátiles para desarrollar sus tareas en el entorno laboral.

Pregunta N° 8: ¿En su área laboral, al momento de realizar sus actividades usted se conecta a Internet por medio de?

Tabla 12 Método de conexión usado por el personal administrativo

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Red de internet de la institución	2	20%
Conexión a datos móviles personales	8	80%
Conexión por otros medios	0	0%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre

Autor: Méndez Klevers

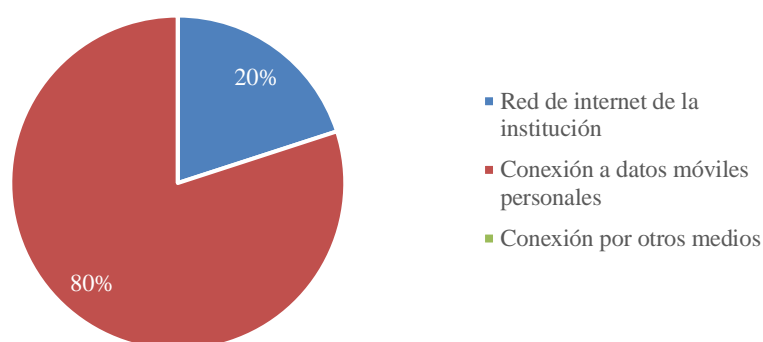


Figura 29 Método de conexión usado por el personal administrativo

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre

Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

En la siguiente pregunta se buscó conocer cuál es el medio de conexión a internet que utiliza el personal administrativo en su área de trabajo para realizar las actividades, lo cual arrojo estos resultados: Del total de los miembros encuestados el 20% manifestó que utilizan la red de internet de la institución para conectarse a internet. En este sentido continuando con la siguiente alternativa el 80% manifestó que utilizan conexión a datos móviles personales y ningún encuestado selecciono la última opción “conexión por otros medios”. Por lo tanto, los datos muestran claramente que la mayoría de los empleados, es decir un 80% al no tener una red de internet en sus áreas de trabajos optan por activar y consumir datos móviles desde sus dispositivos celulares.

Pregunta N° 9: ¿Cree usted que la implementación de un sistema fotovoltaico para respaldar el suministro eléctrico de la red WLAN institucional será beneficioso?

Tabla 13 Opinión sobre la implementación de un sistema fotovoltaico para respaldar el suministro eléctrico de la red WLAN

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si será beneficioso	7	70%
No será beneficioso	0	0%
No lo sabe	3	30%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre

Autor: Méndez Klevers

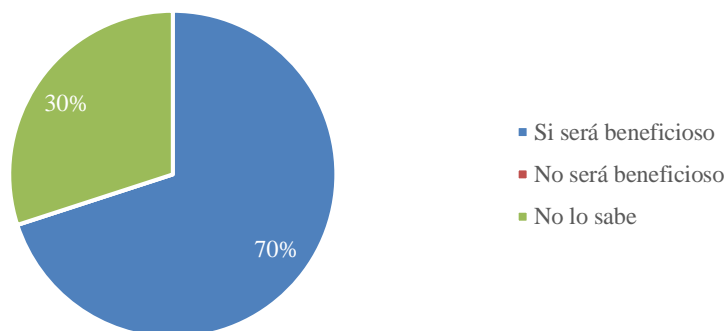


Figura 30 Opinión sobre la implementación de un sistema fotovoltaico para respaldar el suministro eléctrico de la red WLAN

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre

Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

Se puede observar en los datos recopilados en esta pregunta que el 70% del personal administrativo de la institución considera beneficioso la implementación de un sistema fotovoltaico para respaldar el suministro eléctrico de la red WLAN institucional y por otro lado el 30% manifiestan por el contrario que no sabe si será beneficioso. Esto demuestra que la mayor parte de la población encuestada tiene una visión positiva sobre los beneficios de un sistema fotovoltaico como respaldo de la red WLAN institucional y es interesante como ninguno de los encuestados está en contra de la implementación.

Pregunta N° 10: ¿Piensa usted que la implementación de una nueva red WLAN aportara considerablemente en las labores administrativas de la institución?

Tabla 14 Aporte que generará una nueva red WLAN en las labores administrativas

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Aportará mucho	8	80%
No aportara nada	0	0%
No lo sabe	2	20%
Total:	10	100%

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre

Autor: Méndez Klevers

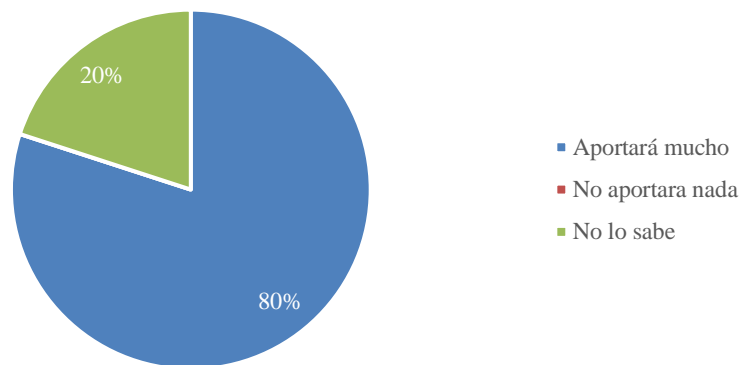


Figura 31 Aporte que generará una nueva red WLAN en las labores administrativas

Fuente: Personal administrativo de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre

Autor: Méndez Klevers

Análisis e interpretación

Finalmente, la última pregunta busca indagar y conocer cuál es la opinión de la población encuestada en cuanto a sí implementación de una nueva red WLAN aportara o no a las labores administrativas de la institución; gracias a la encuesta se recopilaron las siguientes opiniones: Un 80% manifiesta que la implementación de una nueva red WLAN aportara mucho en las labores administrativas y un 20 % no sabe si aportara o no. Al igual que la pregunta anterior ninguno de los encuestados se inclinó por la alternativa “No aportara nada”. A partir de estos datos se puede inferir que gran parte del personal administrativo tiene una opinión positiva sobre la implementación de una nueva red.

4.2. Presentación de la propuesta

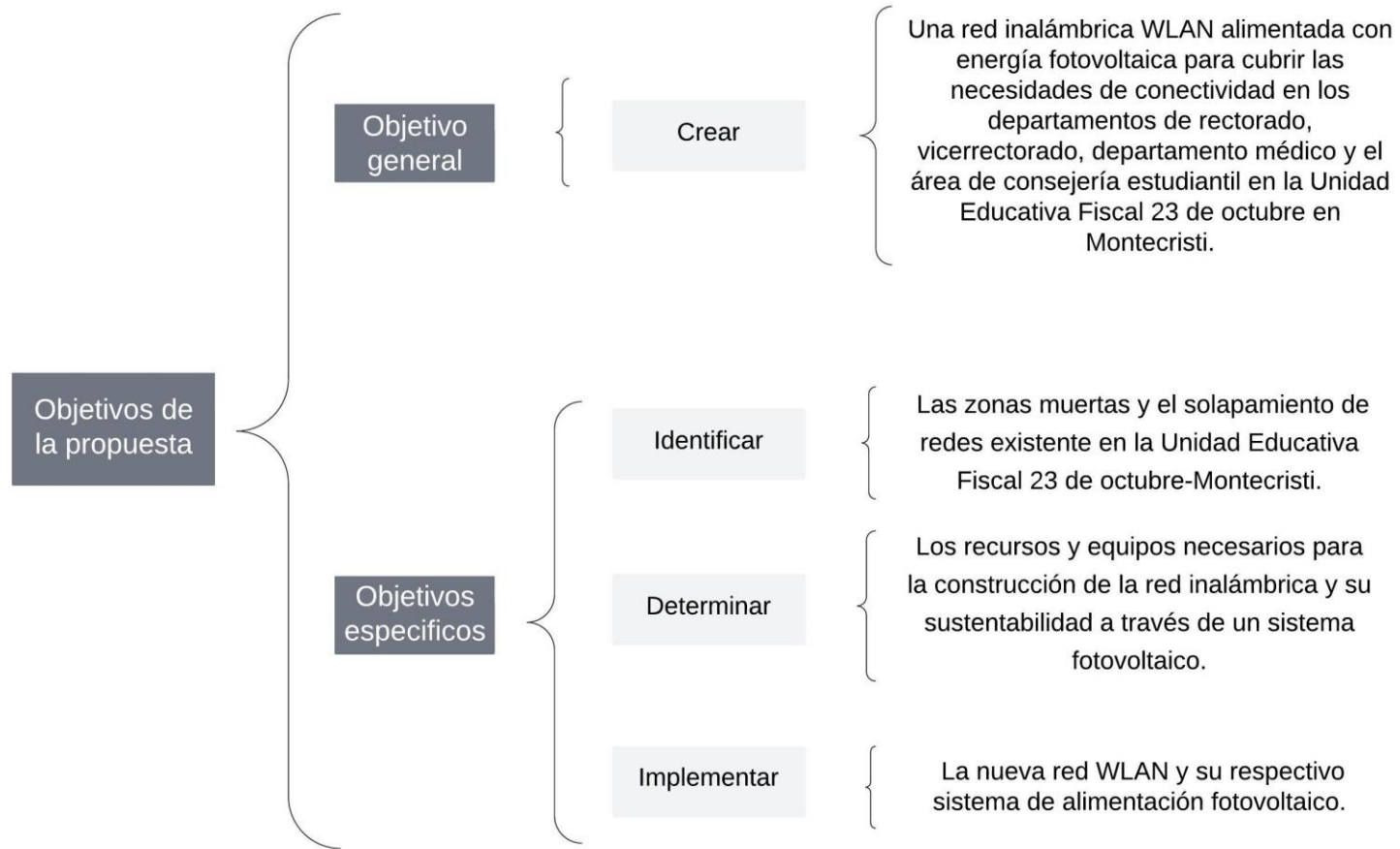


Figura 32 Objetivos de la propuesta
Autor: Méndez Klevers

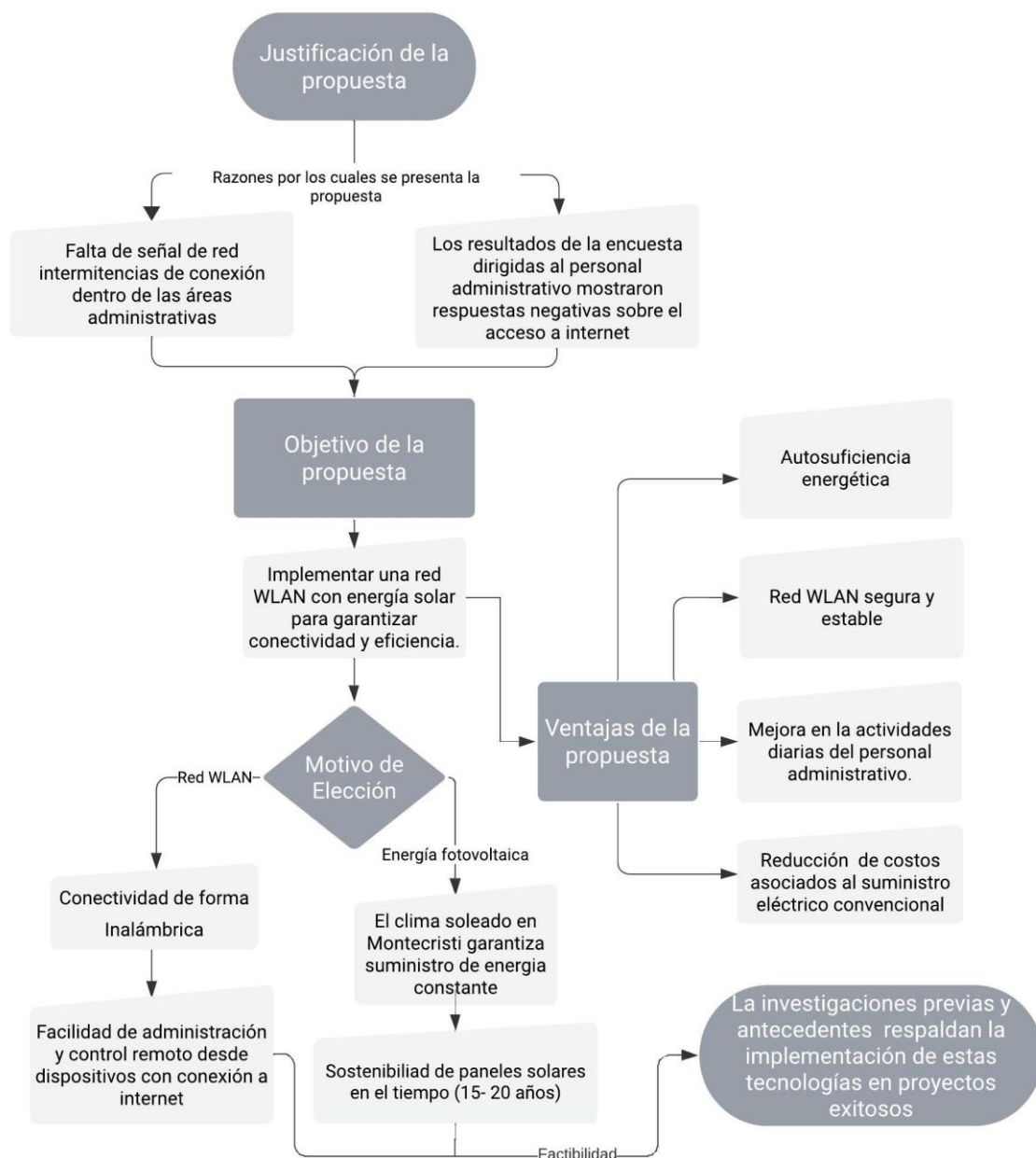


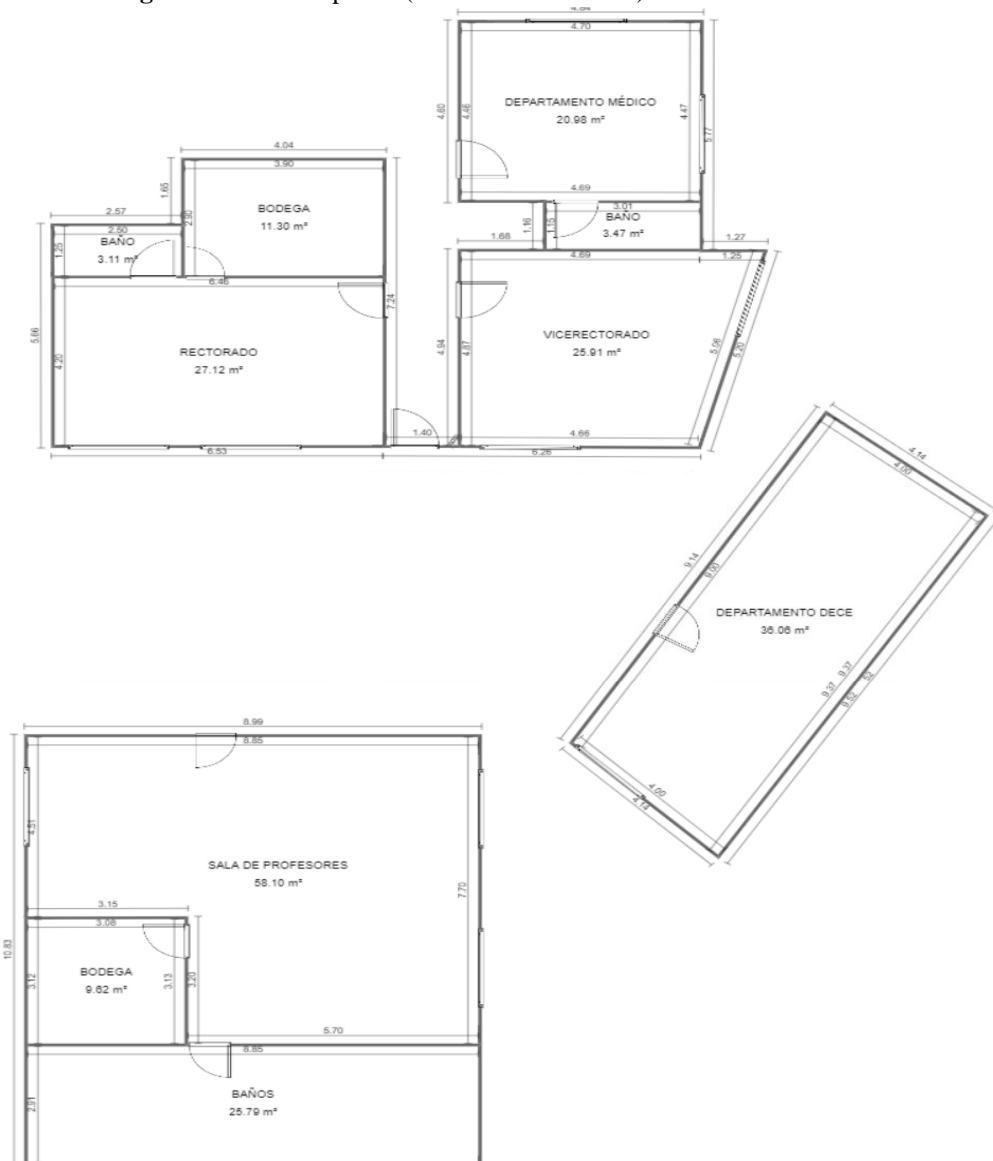
Figura 33 Justificación de la propuesta
Autor: Méndez Klevers

4.3. Fase de requerimientos

Para cumplir con esta fase del proyecto es necesario realizar un estudio de campo directamente en las oficinas de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre, con el fin de identificar las diferentes áreas sin conexión a internet las cuales son conocidas también como zonas muertas. En esta fase se medirá y diseñará un plano debido a que la institución no cuenta con los respectivos documentos que muestren el tamaño y ubicación de las oficinas. Luego de realizar el plano se procedió a identificar los equipos de red presentes en la red.

Además, en esta fase se determinará la existencia de redes aledañas que puedan estar generando interferencias con la actual red. Es necesario este barrido de información como parte inicial del desarrollo de la propuesta. La recolección de datos se dará por medio de una laptop y el uso de la herramienta informática Acrylic y Cedreo. Una vez tomadas las medidas en los departamentos de rectorado, vicerrectorado, médico y DECE, estas se digitalizaron en un plano por medio del software “Cedreo”, el cual es muy utilizado en la construcción de planos de manera rápida y sencilla, disponible en internet de manera gratuita por un tiempo limitado, existiendo la posibilidad de adquirir una licencia profesional para acceder a todas sus funciones.

Figura 34 Plano de planta (áreas administrativas) de la institución



Autor: Méndez Klevers



Figura 35 Superposición de imágenes entre plano desarrollado en la investigación y la imagen satelital de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

Ya desde una perspectiva satelital y haciendo una superposición de imágenes, se pudo evidenciar de manera clara y precisa las áreas a cubrir con el desarrollo de este proyecto; posteriormente el siguiente paso fue determinar la infraestructura de red disponible en la institución, los equipos de red con los que cuenta, conocer la velocidad de internet y finalmente determinar el área de cobertura que abarca esta señal.



Figura 36 Test de velocidad realizado a la antigua red internet
Autor: Méndez Klevers

Al hacer varias pruebas de velocidad con ayuda de la herramienta Speedtest, los resultados de obtenidos arrojaron velocidades de conexión que variaban desde los 2 Mbps hasta los 2.5 Mbps. En cuanto a los equipos de red, la institución cuenta únicamente con un router de la compañía CNT, que suministra internet de banda ancha utilizando DSL (línea de abonado digital). El modelo en específico es el HG110-D, y el servicio de internet es contratado por el distrito de educación con un ancho de banda de 3Mbps.



Figura 37 Equipo de red (router) de la red institucional
Autor: Méndez Klevers

Al verificar las redes aledañas por medio del programa Acrylic Wi-Fi Analyzer, se constató lo manifestado por el personal administrativo en las encuestas suministradas. En este análisis se presenció 7 redes aledañas las cuales eran redes de datos personales pertenecientes a los mismos colaboradores de la institución. Estas redes eran creadas a diario por medio de los teléfonos inteligentes del personal administrativo y promedio de estas conexiones el personal realizaba sus actividades.



Figura 38 Redes inalámbricas encontradas en la institución
Autor: Méndez Klevers

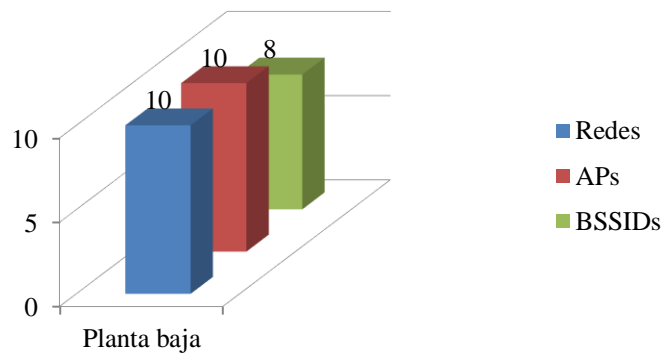


Figura 39 Resumen: Redes, APs y BSSIDs encontrados en la institución
Autor: Méndez Klevers

Con la finalidad de tener visión clara en cuanto al alcance de la actual red Wi-Fi dentro de la institución educativa, se procedió a realizar un Site Survey, gracias a este proceso se conoció la cobertura de la red que dispone la institución. Para lograr este objetivo fue necesario el uso del software Acrylic Wi-Fi Heatmaps en combinación con el plano realizado a partir de las mediciones en cada uno de los departamentos administrativos.

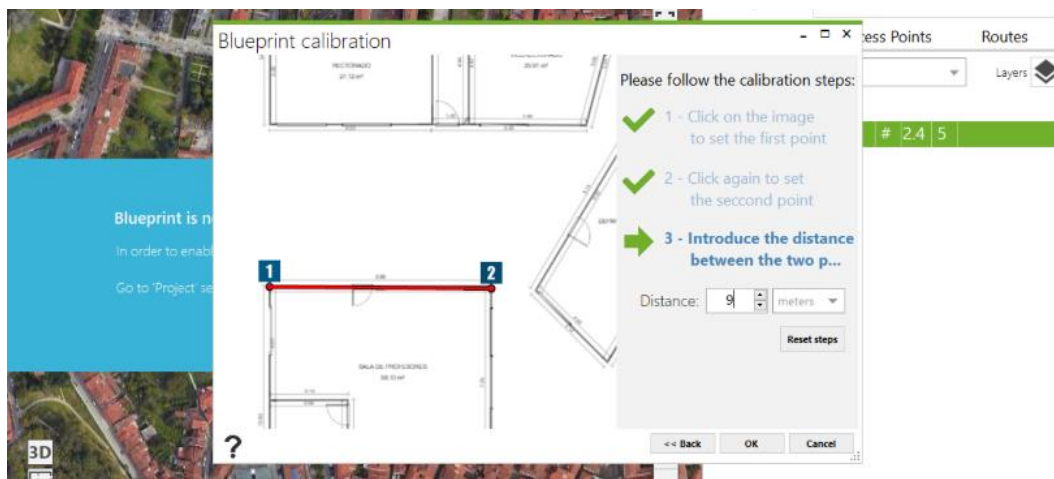


Figura 40 Calibración de plano en Acrylic Wi-Fi HeatMaps 1/2
Autor: Méndez Klevers

Se llevó a cabo la calibración correspondiente de forma manual, incluyendo elementos que simulan la degradación de la señal Wi-Fi para obtener resultados más precisos y realistas. Entre estos elementos se encuentran paredes con su grosor específico, ventanas y puertas de madera que son parte integral de la estructura del edificio. Del mismo modo se anexaron los parámetros necesarios en cuanto a las características del router en el software de Acrylic Wi-Fi HeatMaps.



Figura 41 Calibración de plano en Acrylic Wi-Fi HeatMaps 2/2
Autor: Méndez Klevers

Modify Ap Parameters

2.4Ghz
5Ghz

Activate 2.4Ghz
 ON

Antenna Type

Antenna orientation °

Channel Width (MHz):
 20 40

SSID

Standard (802.11):
 b g n

Height (m)

Power (mW)

Channel

Figura 42 Ingreso de características del router HG-110-D, en el software Acrylic
Autor: Méndez Klevers

Una vez configuradas todas las características y elementos necesarios se procedió a realizar el respectivo mapa de calor. Al analizar el mapa se detectó que el nivel de degradación de las paredes en la señal Wi-Fi es de aproximadamente -6 dBm, así mismo se constató como el nivel de la señal en el departamento de vicerrectorado está en el rango de los -70dBm, el cual es considerado como una mala señal y finalmente en los departamentos médico y DECE la señal es prácticamente nula.

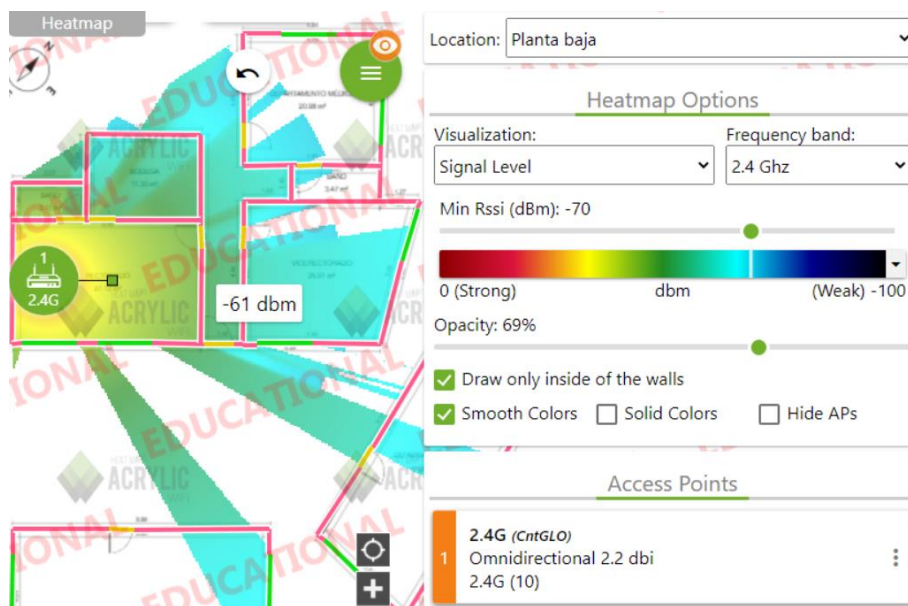


Figura 43 Mapa de calor de la red institucional previo a la implementación
Autor: Méndez Klevers

Posterior a la revisión de los equipos se tuvo una charla con la persona encargada del área informática de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre, en donde se hablaron temas relacionados la baja velocidad de internet. Esta persona días después preparo un informe y se dirigió al distrito educativo al que se rige la institución educativa solicitando de la manera más cordial un aumento de la velocidad de internet de por lo menos 50Mbps. El distrito por su parte después de unos días envió a trabajadores de CNT quienes migraron la señal de internet DSL a un internet de fibra óptica con una velocidad de 10 Mbps y cambiaron los equipos de red dejando un router Router Mikrotik RB951Ui-2HnD y un WDM media control.

4.4. Fase de diseño

Con el fin de lograr la ejecución esta fase fue necesario utilizar una metodología cualitativa, para la recolección de información relacionada a los equipos de red disponibles en el mercado informático. Es decir, se recopilaron datos y revisiones bibliográficas de diferentes autores en repositorios académicos, los mismos que posteriormente fueron analizados, separando la información con más relevancia. Esta información sirvió de base en la determinación de cuáles son los equipos idóneos para la construcción de la nueva red WLAN y además sirvió para conocer los elementos necesarios en la construcción del sistema fotovoltaico que la alimentará de energía a la red.

Otro recurso importante fue la utilización de fórmulas específicas, para determinar el consumo total de los equipos que formaran parte de la red y conocer cuanta energía necesita producir el sistema fotovoltaico. Las áreas administrativas de rectorado, vicerrectorado, médico y el departamento de consejería estudiantil de la institución, deben de contar con equipos de calidad que brinden un servicio estable de conexión a internet en el horario laboral. En la actualidad varios equipos en el mercado ofrecen herramientas de administración y control de red que en el pasado solo los dispositivos de alta gama presentaban a un precio elevado.

Ahora varios fabricantes presentan equipos que brindan buenas características a un precio relativamente módico. Tal es el caso de Tp-link, fabricante originario de Shenzhen China que produce y distribuye al mundo productos tecnológicos de calidad. Luego de la investigación realizada se determinó que varios equipos de la gama Omada pertenecientes a Tp-link, cuentan con las características acordes para el desarrollo de este proyecto, supliendo los requerimientos y necesidades encontradas en la institución. Estos equipos son los siguientes:

Punto de acceso TP-link EAP Omada 110

Este dispositivo presenta la tecnología EAP Omada, la cual permite al administrador de la red el manejo y gestión de los puntos de acceso conectados a la red, desde un controlador de red que cuente con la misma firma del fabricante. Además, cuenta con soporte a la tecnología PoE 802.3af/802.3at pasivo, lo cual simplifica significativamente el tendido de los puntos de acceso a una distancia máxima de 100 metros sin sufrir desconexiones. Gracias a esto no es necesario colocar alimentadores de energía cerca de cada Ap, ya que se puede suministrar la energía necesaria para el funcionamiento a través del mismo cable de red y un inyector de energía.



Figura 44 Punto de acceso EAP110
Fuente:(TP-link, 2023)

EAP Omada proporciona una distribución de señal Wi-Fi estable, lo que permite una conexión más efectiva en comparación con el equipo previamente encontrado en la red, fabricado por Huawei HG531. Según el fabricante la cobertura máxima de este dispositivo es de 30 metros contando con condiciones ideales en interiores, aunque esta puede sufrir depreciación de señal por factores que forman parte del entorno que rodea al punto de acceso; tal es el caso de objetos físicos como paredes, puertas, espejos y otros obstáculos, generando el efecto conocido como atenuación de señal por obstáculos.

Según el fabricante este dispositivo cuenta con una interfaz que incluye un puerto Ethernet RJ-45 con soporte para PoE pasivo. En su alimentación, se puede utilizar PoE de 24VDC / 0.5A, y tiene un consumo de energía de 6W. Las antenas son dos omnidireccionales de 4dBi cada una además es compatible con los estándares IEEE 802.11n, IEEE 802.11g e IEEE 802.11b y su frecuencia de trabajo es de 2.4835GHz. Del mismo modo tiene varias funciones, como la capacidad de configurar hasta 8 SSIDs, y el ajuste de potencia en dBm. En cuanto a seguridad, cuenta con autenticación, filtrado MAC, aislamiento inalámbrico entre clientes, mapeo SSID a VLAN, detección de puntos de acceso no autorizados y soporte para 802.1X, WEP, WPA, WPA2-Enterprise, WPA-PSK y WPA2-PSK. (TP-link, 2023)

Controlador de red TP-link Omada OC200

El controlador de red OC200 permite gestionar cada uno de los equipos conectados a la red de manera sencilla por medio del software SDN de Omada, ofreciendo la configuración y administración de la red de manera eficiente y centralizada. Gracias a este equipo se puede recopilar información de consumo de cada punto de acceso, estadísticas de tráfico de datos, y configuración de cada dispositivo del fabricante Tp-link. Del mismo modo permite configurar parámetros de seguridad como cambio de SSID, contraseñas, cambios de bandas de transmisión de señal, intensidad y potencia de transmisión de cada Ap.



Figura 45 Controlador cloud Omada OC200
Fuente:(TP-Link, 2023a)

Estas configuraciones se pueden realizar desde cualquier dispositivo con conexión a internet lo que permitirá mantener al tanto del estado y funcionamiento de la red a la persona encargada de la parte informática de la institución. En términos de escalabilidad el controlador puede administrar hasta 100 equipos conectados, entre ellos routers, Aps, repetidores y extensores Wi-Fi; todo esto de manera remota por medio de la nube sin necesidad de contar con un servidor conectado a la red.

Según (TP-Link, 2023a), este controlador cuenta con las certificaciones internacionales CE, FCC y RoHS, además de contar con un procesador de 1000 MHz y una memoria interna de 1024 MB de tipo DDR3. Ya en términos de conectividad ofrece velocidades de transferencia de datos de 10/100 Mbit/s a través de Ethernet LAN y cumple con los estándares de red IEEE 802.3af y IEEE 802.3at. El OC200 de TP-Link ofrece medidas de seguridad, como el soporte para algoritmos como SSID, WEP, WPA, WPA-PSK, WPA2 y WPA2-PSK, lo que garantiza una protección sólida para la red inalámbrica.

Switch TP-link TL-SG1005P

Para la red WLAN el Switch TP-link TL-SG1005P cuenta con lo necesario en cuanto al despliegue de los equipos de red mencionados anteriormente ya que presenta 5 puertos Gigabit de los cuales 4 ofrecen soporte para el envío de energía pudiendo ser utilizados para alimentar

de energía a el controlador de red OC 200. Con esto se garantiza que la conexión al controlador OC200, integrado a este proyecto se realice por medio de los puertos Rj45 con soporte de energía PoE, sin necesidad de conexión a un tomacorriente.



Figura 46 Switch de sobremesa TL-SG1005P
Fuente:(TP-Link, 2023b)

Cada uno de los 4 puertos PoE del switch puede suministrar hasta 30W de potencia, lo que permite conectar dispositivos que cumplan con los estándares IEEE 802.3af y 802.3at. Además, el switch tiene una capacidad total de PoE de 55W, lo que significa que puede alimentar hasta cuatro dispositivos al mismo tiempo. En la página oficial del fabricante se indica que el dispositivo cuenta con 5 puertos de red RJ45 con soporte a cables de diferentes categorías y manejando conexiones de 10, 100, 1000Mbps y tiene un consumo máximo de energía 56W cuando se utilizan todos los 4 puertos con soporte PoE con el estándar 802.3af y 6.55W cuando no hay dispositivos PoE conectados. Además, cuenta con la capacidad de manejar hasta dos mil direcciones MAC.(TP-Link, 2023b)

Cable Utp Cat 6

Con el propósito de mejorar la velocidad en la transmisión de datos de la red, una de las mejores opciones en el mercado es el cable Utp cat6. Este cable contiene en su interior cuatro pares trenzados, es decir 8 pines con una aleación de cobre de la más alta calidad para ofrecer transmisión de datos en alta velocidad y densidad. Es ampliamente utilizado en conexiones de red empresariales gracias a su alto nivel de transmisión manejando frecuencias de 250 MHz, y cuenta con la aprobación CMX, ANSI, TIA, ISO, IEC permitiendo conectar dispositivos como computadoras, enrutadores, cámaras, etc. Este tipo de cable, a través de sus ocho pines, permite la transmisión de datos y la provisión de energía mediante Ethernet Power over Ethernet (PoE), lo cual demuestra que es adecuado para el desarrollo de este proyecto. (NetlanPRO, 2023)

Una vez que se han definido todos los equipos de red que se utilizarán en la construcción de la red informativa en las fases previas, a continuación, se presenta la estructura de la red a implementar. En la siguiente figura “Diagrama de la red WLAN” se detalla la ubicación de cada nodo y dispositivo, así como la distribución topológica de cada elemento, manteniendo en todo momento la topología de red de tipo árbol.

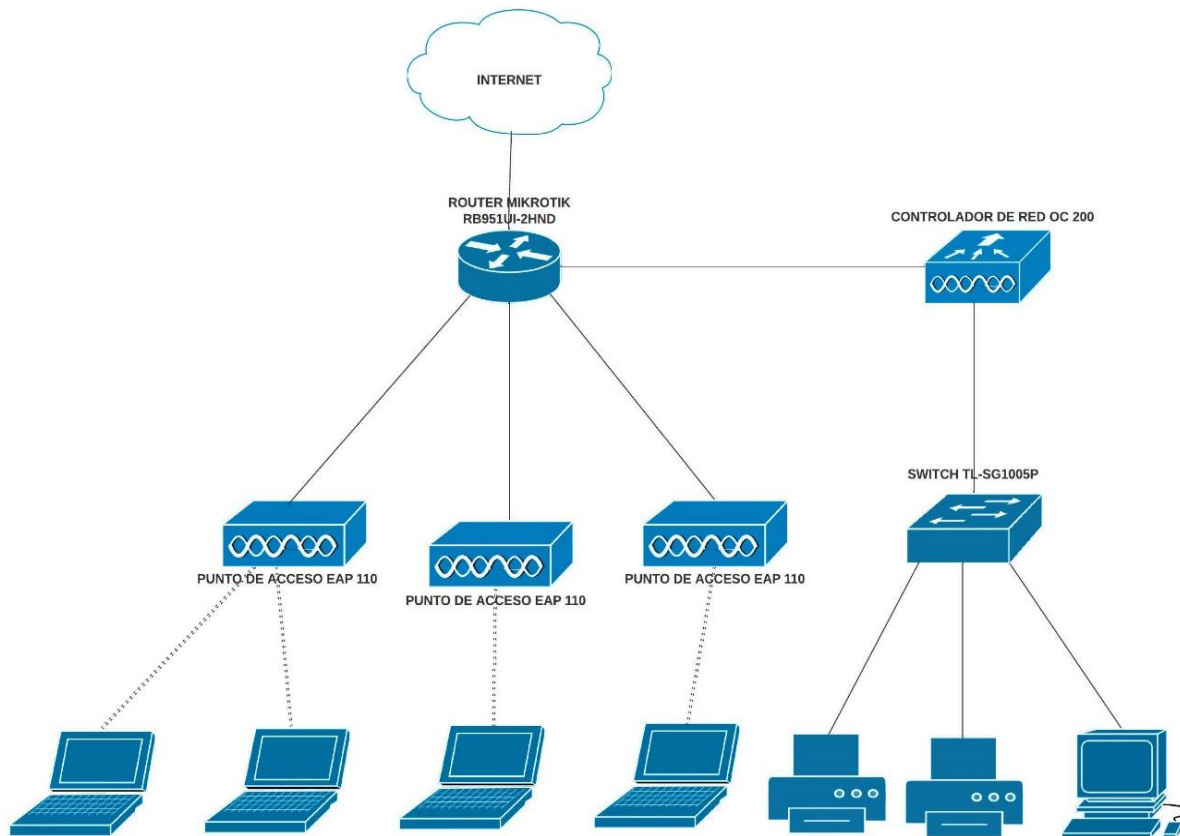


Figura 47 Diagrama de la red WLAN
Autor: Méndez Klevers

Consumo eléctrico de los equipos de red

Dado a que los valores de consumo energético de algunos equipos no fueron encontrados en las páginas oficiales de los fabricantes, se procedió a utilizar las siguientes ecuaciones para calcular y completar los valores faltantes de consumo. Posterior a esto se procedió al diseño de una tabla en donde se muestran las distintas características relacionadas con el consumo eléctrico de cada dispositivo perteneciente a la red WLAN.

Ecuación 2 Cálculo de potencia

$$P = I \cdot V$$

Ecuación 3 Cálculo de voltaje

$$V = I \cdot R$$

Ecuación 4 Cálculo de intensidad

$$I = \frac{P}{V}$$

En donde:

R = resistencia. I = intensidad (Amperios).

P = potencia (Watts). V = voltaje (Tención).

Tabla 15 Detalle del consumo eléctrico de los equipos de red

Equipo	W	A	V
3- Punto de acceso EAP 110	6 * 3 = 18	0.25	24
Controlador de red OC200	12.6	0.35	36
Switch TL-SG1005P	6.50	1.30	5
Router Mikrotik RB951Ui-2HnD	6.4	0.8	8
WDM media control MC112CS	5.4	0.6	9
Total	48.9 W		

Autor: Méndez Klevers

Cabe recalcar que la jornada laboral de la U.E.F 23 de octubre inicia desde las 7 AM hasta las 2 PM. Para evitar un sobre dimensionamiento de energía fotovoltaica y acarrear una inversión económica superior, se consideró con las autoridades de la institución (Rector y Vicerrectora), el funcionamiento de la red en un lapso de 10 horas continuas iniciando desde las 7AM hasta las 5 PM todos los días de la semana.

Para calcular el consumo de energía total producido por la red diariamente primero hay que convertir el valor total de watts (W) a kW.

Ecuación 5 Conversión de watts a kilowatts

$$kW = W / 1000$$

En donde:

W = Watts.

kW = Kilowatts.

$$kW = 48.90/1000 = 0.0489kW$$

El consumo energético total funcionando 10 horas diarias es:

$$0.0489kW * 10 = 0.489 kWh \text{ diarios}$$

$$0.489 kWh * 30 = 14.67 kWh \text{ mensuales}$$

Según la Agencia de regulación, control de energía y recursos naturales no renovables el kWh en el Ecuador ronda los 0.92 centavos de dólar (ARCERNNR, 2022). Con este dato podemos calcular el valor aproximado en dólares correspondiente a pagos de planillas eléctricas mensuales producida por la red inalámbrica WLAN. Luego de los cálculos pertinentes se aproximaría a los 13.49 \$ mensuales la razón de consumo eléctrico.

$$14.67 kWh * 0.92 = 13.49 \$ \text{ Mensuales}$$

Panel solar

Para llevar a cabo la construcción del sistema solar el primer elemento a considerar fue el panel solar. En los cálculos de consumo realizados previamente se determinó que el sistema debe producir una cantidad de energía de 0.489 kWh, para alimentar a los equipos conectados a la red. No obstante, para no destruir los ciclos de vida de la batería, el nivel de producción debe de superar esta cantidad, por ese motivo se consideró trabajar con un panel monocristalino de 200w. Específicamente el modelo SP200M-72 de la firma Sunpal, la cual ofrece una garantía de 20 años. En la parte funcional alcanza una potencia máxima de 200 vatios pico (Wp), con un voltaje en potencia máxima de 37.89 V, una corriente de 5.25 A y está construido con celdas monocristalinas y sus dimensiones son 1580x808x35 mm. (Sunpal power, 2023)

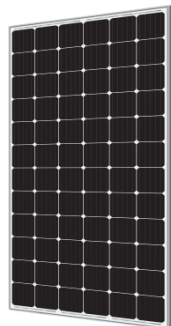


Figura 48 Solar panel SP200M-72
Fuente:(Sunpal power, 2023)

Batería

Se optó por anexar al proyecto una batería de gel puro en donde los electrolitos se encuentran en forma de gel en lugar de ser líquido como en las baterías tradicionales. Específicamente el modelo 6-GFM(G)-100, producido por Sunpal, fue el escogido, debido a que su vida útil se encuentra entre los 6 y 15 años de duración si se evitan descargas profundas en su uso cíclico y puede soportar entre 600 a 1000 ciclos de descarga del 100% . La ficha técnica indica una capacidad de 100 Ah (Amperios-hora) y un voltaje nominal de 12v cubriendo satisfactoriamente la demanda de energía que requiere la red WLAN.



Figura 49 Batery 6-GFM(G)-100
Fuente:(Sunpal, 2020)

Controlador de energía

Al comparar calidad y precio de varios equipos fotovoltaicos se llegó a la conclusión que el modelo MPPT 120D de la empresa Solar Controller, cuenta con los requisitos necesarios para manejar las cargas de energía procedentes del panel solar y batería. En la página del fabricante se indica que el equipo cuenta con Maximum Power Point Tracking (MPPT), la cual es una técnica utilizada en controladores para optimizar la eficiencia de carga de las baterías; es decir, el equipo mantiene una eficiencia máxima de conversión del 99% y puede trabajar en automático con voltajes de 12V o 24V.



Figura 50 MPPT 120D
Fuente: (Solar Controller, 2018)

Inversor

El equipo encargado de transformar la corriente continua (DC), procedente de la batería a corriente alterna (AC), que alimentará los equipos de red, deberá superar los 200W; por tal motivo se adquirió el modelo PM-500-C, ya que es un inversor de corriente con una potencia nominal de 500W y una potencia pico de 1000W, manejando una eficiencia aproximada de 90%. Este equipo se puede alimentar con una entrada de voltaje de 12V o 24V sin ningún problema, además ofrece una variedad de opciones de voltaje de salida que va desde los 100V AC hasta los 240V AC.



Figura 51 Inversor PM-500-C
Fuente:(Peacosupport, 2023)

Breaker

Fue necesario implementar al sistema un dispositivo de protección ante posibles sobrecargas de energía producidas por el panel solar; en este sentido el breaker EL010043, de 2 DIN fue el seleccionado. Este dispositivo según el fabricante ofrece seguridad en instalaciones de corriente continúa desconectando automáticamente el circuito ante posibles sobrecargas o cortocircuitos. La capacidad de este modelo en concreto es de 20 A.



Figura 52 Breaker termomagnético 20A
Fuente:(Maviju, 2023)

Timer

El Temporizador MT101A que tiene un consumo de energía inferior a 1 W. El voltaje de trabajo predeterminado puede ser desde los 12, 24, 36, 48 o 110 voltios y cuenta con un rango de tiempo programable que va desde 1 minuto hasta 168 horas. Además de contar con una batería interna recargable de 1.2V. El objetivo de implementar este dispositivo al sistema fotovoltaico es el prolongar la vida útil de la batería. El timer programable se configuró para que alimentara de energía eléctrica a la red desde las 7 AM, hasta las 5 PM, todos los días del año, cabe recalcar que la U.E.F 23 de octubre labora desde las 7 AM, Hasta la 1 PM, de lunes a viernes. Con esta configuración en las peores condiciones la batería llegara a un nivel máximo de descarga de 40.75%, evitando sobrepasar el 20% recomendado en baterías de gel. Debido a que el sistema cuenta con una batería de 100 amperios con un uso constante de 10 horas, para determinar el porcentaje de descarga de la batería, se necesita convertir esa información a unidades de energía.

Ecuación 6 Capacidad de batería

$$\text{Capacidad de la batería} = Ah * V$$

En donde

- Capacidad en amperios = Ah
- Tensión = V

$$\text{Capacidad de la batería} = 100 Ah * 12 V = 1200 Wh$$

Ecuación 7 Porcentaje de descarga de batería

$$\text{Descarga} = (\text{Consumo total de energía} * \text{Horas de consumo} / \text{Capacidad total de la batería}) * 100$$

$$\text{Descarga} = (48.9 kWh * 10 / 1200 Wh) * 100 = 40.75\%$$

Presupuesto

Posterior al análisis efectuado en cuanto a las alternativas de los equipos disponibles en el mercado necesarios para garantizar la ejecución de este proyecto, en esta sección se procede a detallar a través de una tabla la inversión total; en la tabla se desglosan los equipos y elementos necesarios con su respectivo coste en el Ecuador con una fecha de límite de cierre del 05/20/2023.

Tabla 16 Presupuesto destinado al proyecto

Equipos y materiales	Cantidad	Costo por unidad \$	Total \$
Punto de acceso Omada Eap 110	3	72.00	216.00
Controlador de red Omada Oc 200	1	160.00	160.00
Switch Omada PoE TI-Sg1005p	1	70.00	70.00
Panel Solar Monocristalino 200w	1	195.00	195.00
Base De Aluminio para panel solar	1	120.00	120.00
Batería 12v 100ah	1	210.00	210.00
Controlador solar MPPT 12V, 24V	1	80.00	80.00
Timer eléctrico	1	20.00	20.00
Inversor solar 500 Amp	1	60.00	60.00
Regleta eléctrica	1	5.00	5.00
Breaker Dc 20 Amp	1	15.00	15.00
Cable de red Cat 6	200 Mt	0.40	80.00
Cables AWG 6	2 Mt	1.50	3.00
Cables AWG 8	2 Mt	1.75	3.50
Cables AWG 10	15 Mt	2.00	30.00
Canaletas	50 Mt	2.50	125.00
Terminales de cable AWG 6	2	0.50	1.00
Terminales de cable AWG 8	2	1.00	2.00
Terminales de cable AWG 10	2	1.50	3.00
Capuchones cable De Red	1 funda	7.00	7.00
Conectores Rj45 Cat 6	1 funda	7.00	7.00
Total, de inversión:			1,412.50

Autor: Méndez Klevers

Ubicación de los nuevos equipos de red

Para tener un análisis previo, antes de la implementación de la nueva red inalámbrica, se realizó un mapa de calor con el objetivo determinar la mejor ubicación de los equipos a implementar, asegurando que los mismos cuenten con la cobertura y el rendimiento esperado. A través del mapa se pudo planificar la ubicación óptima de los equipos de red previniendo cualquier interferencia. Para esta simulación se ajustaron las características de los nuevos puntos de

acceso (Eap 110), y se utilizó el mismo escenario con los elementos de depreciación de señal como lo son las paredes, ventanas y puertas que conforman la estructura institucional. En esta simulación se establecieron los canales de cada dispositivo respectivamente en 1, 6, 11 y 14, para evitar interferencias de señal conocida como interferencia co-channel. Una vez terminada la simulación se pudo identificar la mejor ubicación de cada equipo. En el heatmap se pudo evidenciar como la cobertura abarca las áreas de Rectorado, Vicerrectorado, el departamento médico, el área de DECE e inclusive la sala de profesores con una señal inalámbrica fuerte que se ubica entre los -50 dBm.

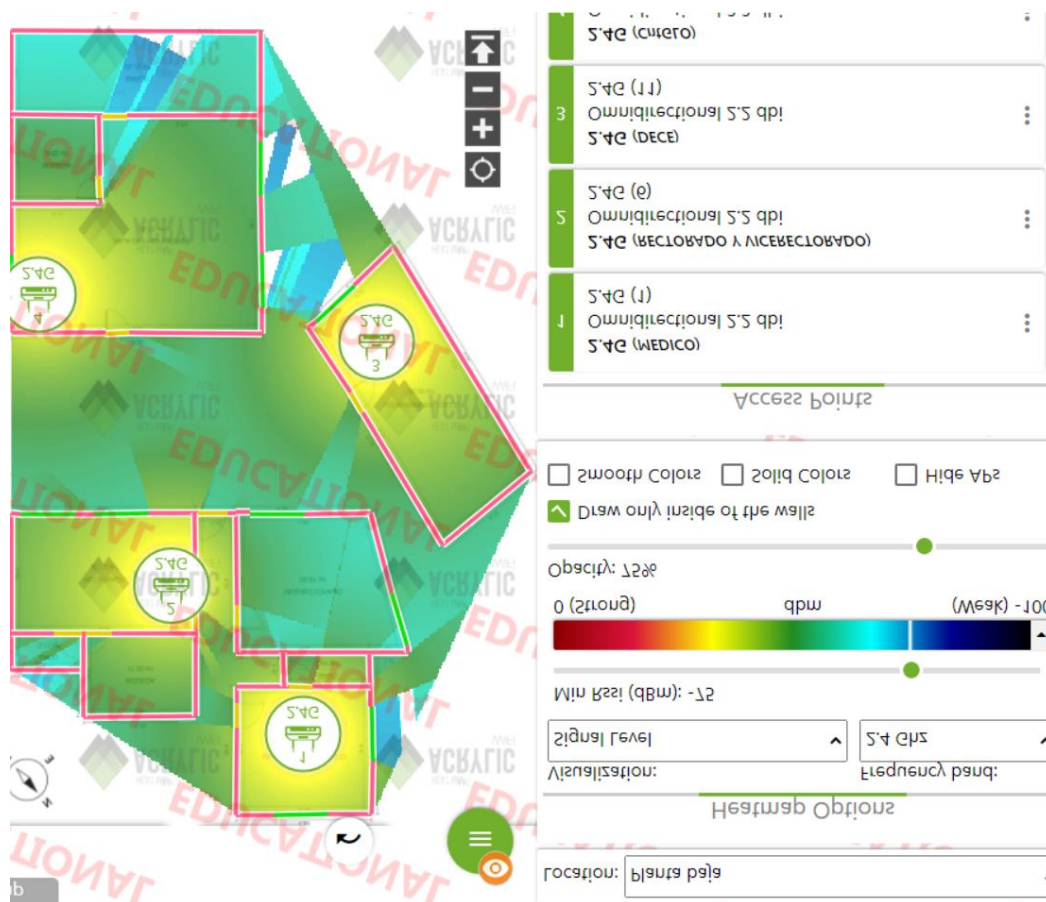


Figura 53 Mapa de calor de la nueva red WLAN institucional
Autor: Méndez Klevers

Simulación del sistema fotovoltaico

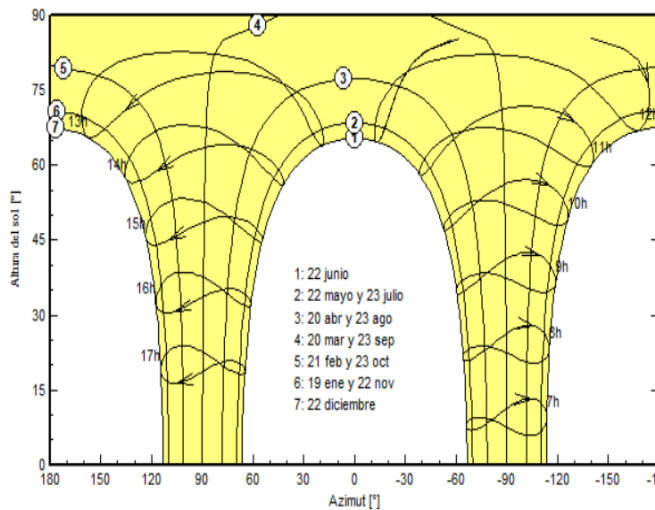
Por medio del software “PVsyst”, se procedió a realizar una simulación, ingresando las coordenadas precisas del proyecto, con el propósito de determinar el nivel de irradiación solar producida en la zona. Aunque el software cuenta con varias fuentes de datos, para esta simulación se utilizó la base de datos de Meteonorm considerando que esta cuenta la más completa información hasta el momento.

Trayectorias solares en Montecristi, (Lat. -1.0443° S, long. -80.6632° W, alt. 134 m) - Hora Legal Sitio

Montecristi (Ecuador)

Fuente de datos

Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100%



	Irradiación horizontal global	Irradiación difusa horizontal	Temperatura	Velocidad del viento	Turbidez Linke	Humedad relativa
	kWh/m ² /mes	kWh/m ² /mes	°C	m/s	[-]	%
Enero	155.6	70.5	25.8	3.00	3.854	77.2
Febrero	139.5	75.3	25.9	2.30	3.861	81.8
Marzo	166.3	87.5	26.1	2.30	3.878	81.0
Abril	171.5	65.6	25.6	2.60	4.099	81.5
Mayo	153.4	75.4	25.7	3.20	4.226	77.5
Junio	126.6	80.8	24.3	3.60	4.147	80.2
Julio	126.1	83.6	24.0	3.90	4.167	79.5
Agosto	127.3	78.6	23.6	3.99	4.450	79.3
Septiembre	119.4	77.3	23.2	4.10	4.900	80.1
Octubre	122.6	76.5	23.7	4.20	4.396	78.6
Noviembre	134.9	69.2	23.6	4.20	4.366	79.0
Diciembre	145.7	84.8	25.0	3.91	4.242	75.5
Año	1689.2	925.2	24.7	3.4	4.215	79.3

Figura 54 Irradiación solar m² mensual en la ciudad de Montecristi
Autor: Méndez Klevers

Para que la producción de energía sea eficiente durante todo el año se identificó la mejor orientación e inclinación del panel solar con respecto a la irradiación solar. Al ser un sistema fotovoltaico independiente, se busca obtener la mayor cantidad de energía y que el sistema sea capaz de suplir los picos de consumos eléctricos. Mediante la simulación se determinó que el panel debe apuntar hacia el sureste con una inclinación de 10°. Con esta orientación se logrará obtener la menor pérdida con respecto al valor óptimo de irradiación.

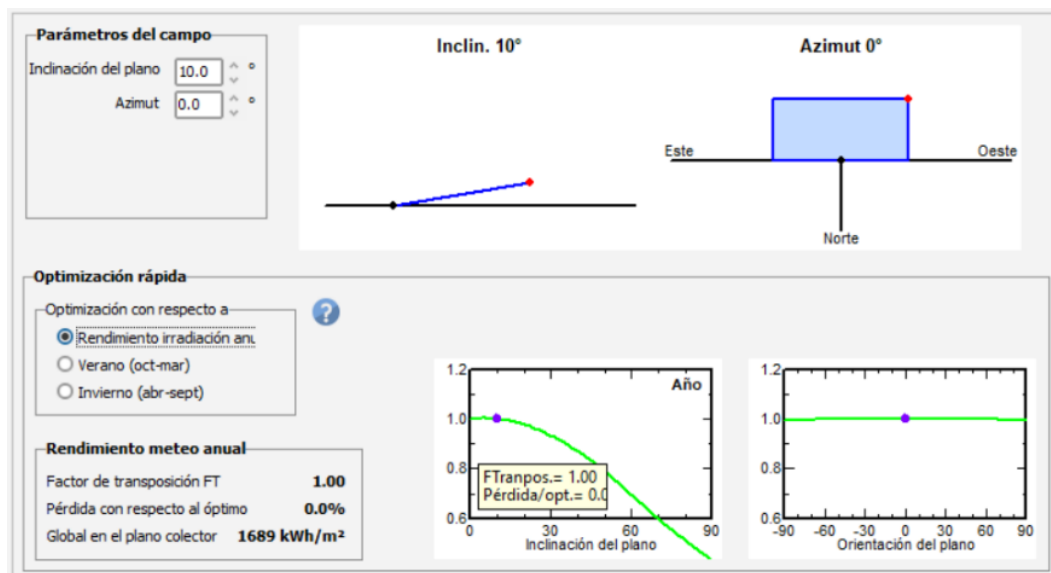


Figura 55 Parámetros de inclinación de panel solar
Autor: Méndez Klevers

Se anexo al sistema la cantidad de consumo eléctrico de los equipos de red. En la configuración se tuvo en cuenta varios aspectos, como el tiempo total de consumo diario de los equipos, y los Watts consumidos por hora. Estos elementos son fundamentales para determinar con precisión la producción eléctrica generada por el sistema fotovoltaico. Los resultados totales de consumo que el sistema muestra se aproximan a los cálculos realizados manualmente en fase de diseño del proyecto.

Consumos diarios						
Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy	
1	CONVERTIDOR WDM MC112CS	5 W/apar.	10.0 h/día	OK	54 Wh	
3	PUNTO DE ACCESO EAP 110	6 W/apar.	10.0 h/día	OK	180 Wh	
1	CONTROLADOR OC 200	13 W/apar.	10.0 h/día	OK	126 Wh	
1	SWITCH TL-SG1005P	7 W/apar.	10.0 h/día	OK	65 Wh	
1	ROUTER BOARD MIKROTIK RB9511	6 W/apar.	10.0 h/día	OK	64 Wh	
Consumidores en espera		0 W tot	24 h/día		0 Wh	
					Energía diaria total	489 Wh/día
					Energía mensual	14.7 kWh/mes

Figura 56 Consumo total energético de los equipos de red
Autor: Méndez Klevers

Con el objetivo lograr una simulación apegada a la realidad se incorporó al sistema de PVsyst las características del panel solar, teniendo en cuenta datos técnicos del panel como la capacidad nominal, coeficiente de temperatura, las características del controlador energético como la eficiencia de conversión y en cuanto a la batería la capacidad de almacenamiento, el rendimiento, etc.

Modelo: SP200M36
 Nombre de archivo: CSI_CS6P_200.PAN
 Definición de parámetros personalizados

Potencia nom. (en STC): 200.0 Wp Tol. +/- 0.0 3.0 %
 Tecnología: Si-poly

Especificaciones del fabricante o otras medidas

Condiciones de referencia	GRef	1000 W/m ²	TRef	25 °C
Corriente de cortocircuito	Isc	5.660 A	Circuito abierto Voc	45.48 V
Punto de Potencia máx.	Imp	5.280 A	Vmpp	37.89 V
Coeficiente de temperatura	muIsc	3.8 mA/°C	Núm células en serie	60 en series
	o muIsc	0.068 %/°C		

Herramienta de resultado del modelo interno

Condiciones de operación	GOper	1000 W/m ²	TOper	25 °C
Punto de Potencia máx.	Pmpp	200.3 W	Coef. temper.	-0.22 %/°C
Corriente	Imp	5.35 A	Voltaje Vmpp	37.4 V
Corriente de cortocircuito	Isc	5.66 A	Circuito abierto Voc	45.5 V
Eficiencia	/ Área células	21.81 %	/ Área módulo	20.06 %

Descripción: SUNPAL, 6-GFM(G)-100

Voltaje de circuito abierto

Voltaje de circuito abierto vs SOC: Perfil Defecto

Voltaje en SOC=50%: 12.35 V

Pendiente (SOC = 0 a 1): 1.30 V

Coeficiente de temperatura: -30.0 mV/°C

Capacidad

Capacidad vs Velocidad de descarga: Perfil

Coeficiente de Peukert: 1.020

Capacidad vs Temperatura: Perfil

Toda la vida

Duración de vida estática en 20°C: 15.0 años

Toda la vida vs profundidad de descarga: Perfil

Fin de carga: sobrevoltaje de gaseado

Comportamiento sobrevoltaje gaseado: Perfil

La amplitud de la función de gaseado está determinada por la función de voltaje máximo a continuación. Esto corresponde al voltaje en SOC = 1, cuando toda la corriente de carga se usa para el gaseado.

SOC = 1 voltaje máximo: Perfil

Figura 57 Ingreso de características de equipos fotovoltaicos a la simulación
Autor: Méndez Klevers

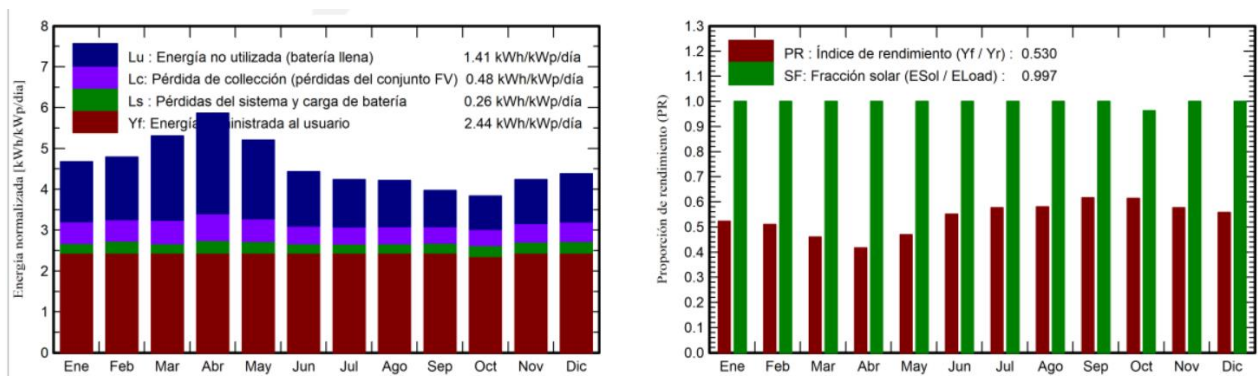
Al ser una herramienta completa PVsyst, pude calcular el coste total de inversión del proyecto fotovoltaico e incluso determinar cuál es el tiempo del retorno de inversión. Dentro de esta simulación se agregaron los valores de cada equipo fotovoltaico y el valor de otros elementos que forman parte del sistema. De acuerdo con los cálculos realizados se determinó que el costo total de instalación del proyecto asciende a los 748.00 dólares americanos.

Costes de instalación

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total	
Módulos FV			315.00	USD
Baterías	1.00	210.00	210.00	USD
Controladores	1.00	80.00	80.00	USD
Inversor	1.00	60.00	60.00	USD
Protecciones	1.00	15.00	15.00	USD
Otros componentes			68.00	USD
Accesorios, sujetadores	1.00	7.00	7.00	USD
Cableado	1.00	36.00	36.00	USD
Timer	1.00	20.00	20.00	USD
Regleta electrica	1.00	5.00	5.00	USD
Costo total de instalación			748.00	USD

Figura 58 Coste de instalación de sistema fotovoltaico
Autor: Méndez Klevers

Tras completar la simulación el sistema generó un informe detallado que incluye varias gráficas que abarcan el comportamiento del sistema fotovoltaico. La grafica a continuación muestra el rendimiento del sistema en los diferentes meses, e indica el porcentaje de energía que se almacena directamente en la batería, el porcentaje de energía no utilizado y las pérdidas producidas por diferentes factores. Por medio de esta imagen se puede evidenciar como en el mes de octubre, cuando la cantidad de energía irradiada por el sol es menor, el proyecto continúa cubriendo la demanda energética de la red WLAN.



Resumen del sistema		Resumen financiero	
Proyecto:	Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre	Costes de instalación	748.00 USD
Generador FV, Pnom =	200 Wp Sistema independiente	Costo total anual	0.00 USD/año
Autoconsumo	178 kWh/año	Periodo de recuperación	4.6 años
Exceso de energía	103 kWh/año		

Figura 60 Retorno de inversión sistema fotovoltaico
Autor: Méndez Klevers

Finalmente se logró determinar cómo gracias a la producción de energía del sistema fotovoltaico, el tiempo estimado para el retorno de la inversión es aproximadamente de cuatro años con seis meses, y con esto se confirma viabilidad económica y a medio plazo de la propuesta.

4.5. Fase de implementación

El primer paso de esta fase involucró la entrega formal de los equipos al rector de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre- Montecristi. Para ello se coordinó previamente una reunión en donde se planificó la entrega, así mismo durante la reunión se establecieron fechas y se discutieron las diferentes actividades a realizar durante un tiempo de implementación establecido.



Figura 61 Entrega de equipos fotovoltaicos y de red al rector de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre
Autor: Méndez Klevers

Para asegurar la correcta implementación del proyecto se procedió a instalar las respectivas canaletas, que facilitaron el tendido eficiente tanto de los cables eléctricos como de red en el interior de la institución, con esto se asegura una organización de los cables priorizando la seguridad de los estudiantes, docentes y personal administrativo que integran la comunidad educativa.



Figura 62 Instalación de canaletas
Autor: Méndez Klevers

Se tomaron todas las medidas necesarias para prevenir cualquier riesgo o incidente y se siguieron rigurosamente buenas prácticas de seguridad al momento de instalar todos los elementos que forman parte de este proyecto. Siguiendo las recomendaciones de la simulación realizada en PVsyst, se construyó una base de aluminio con una inclinación de 10 grados y al instalarlo se orientó hacia el sureste aprovechando de este modo la mayor cantidad de energía solar irradiada por el sol.



Figura 63 Instalación de soporte y panel solar
Autor: Méndez Klevers

La planificación meticulosa fue clave para llevar a cabo con éxito la instalación de los diferentes puntos de accesos en los lugares determinados por los mapas de calor generados en el software Acrylic Wi-Fi HeatMaps. Al utilizar el modelo en cascada los procesos de desarrollo e implementación de la propuesta se llevaron a cabo de manera secuencial dividiendo las tareas de manera organizada en varias fases lo que ayudó a mantener un proyecto estructurado en todo momento. Gracias a la organización del proyecto se pudo diseñar previamente el diagrama del sistema fotovoltaico y el diagrama de la red inalámbrica.



Figura 64 Puntos de accesos Eap 110 instalados

Autor: Méndez Klevers

En esta fase de implementación se puso en marcha la instalación de los equipos solares y la implementación de los equipos de red siguiendo fielmente la estructura plasmada en los diagramas mencionados anteriormente. La implementación completa de este proyecto se realizó de manera exitosa brindando una red WLAN de calidad y un sistema de energía sostenible, a la institución educativa proporcionando en conjunto un mejor servicio de conectividad a internet al personal administrativo.



Figura 65 Panorámica final de la propuesta implementada

Autor: Méndez Klevers

4.6. Fase de pruebas

Durante la fase de pruebas se analizó el funcionamiento y el rendimiento de la red, incluyendo la velocidad de internet, consumo de datos y estabilidad en un periodo de tiempo determinado. Para realizar las pruebas necesarias se utilizó la herramienta Omada Cloud, una plataforma de administración y gestión en la nube desarrollada por TP-Link, la cual viene embebida en el controlador Omada Oc200. Gracias a este software se pudo tener una visión real detallada sobre el estado de la red, y la actividad de los usuarios.

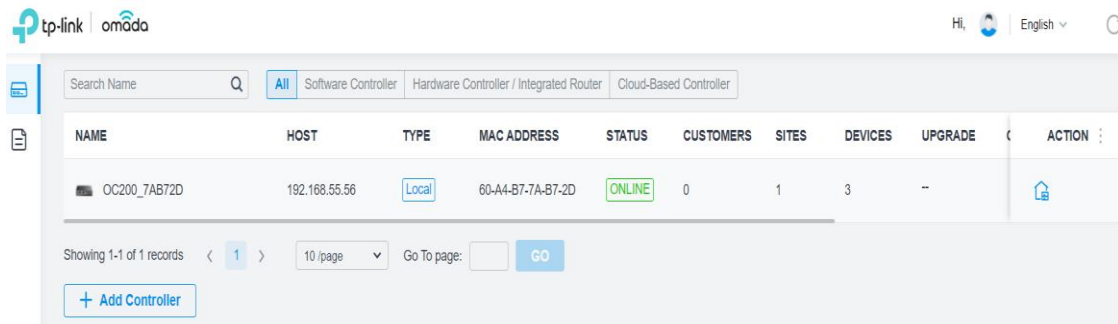


Figura 66 Conexión de controlador de OC 200 a la nube
Autor: Méndez Klevers

El Omada Cloud presenta de manera organizada los equipos de red implementados además de suministrar información y las herramientas necesarias para la gestión de estos equipos de manera centralizada. Durante las primeras pruebas se verificó la conexión exitosa entre el controlador de red Omada OC200 con la nube y los tres puntos de acceso EAP 110 confirmando de este modo la conexión efectiva.

DEVICE NAME	IP ADDRESS	STATUS	MODEL	VERSI
DECE	192.168.55.54	CONNECTED	EAP110(US) v4.0	5.0.1
MEDICO	192.168.55.53	CONNECTED	EAP110(US) v4.0	5.0.1
RECTORADO Y VIC...	192.168.55.51	CONNECTED	EAP110(US) v4.0	5.0.1

Figura 67 Conexión de EAP 110 a la nube
Autor: Méndez Klevers

La fase de prueba se desarrolló en un periodo de tiempo aproximado de una semana y durante todo este periodo se verificó la cantidad de tráfico consumido por los equipos instalados en los departamentos de RECTORADO Y VICERECTORADO, DECE y MÉDICO. A continuación, se presentan las métricas pertinentes que muestran como la red funcionó correctamente y no hubo presencia de errores.

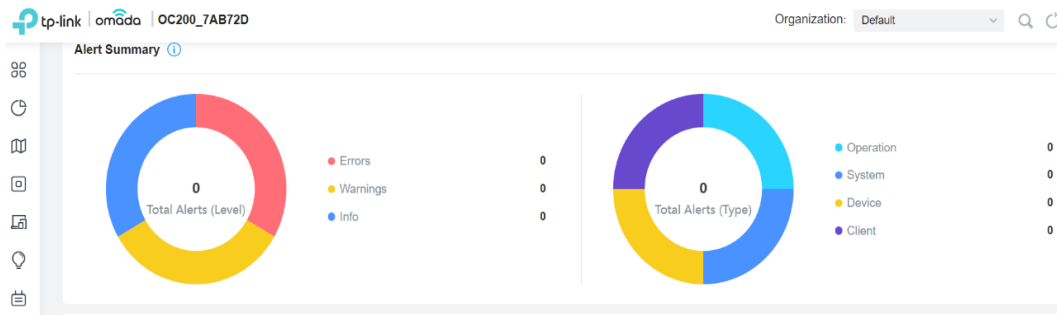


Figura 68 Monitoreo de errores en la red
Autor: Méndez Klevers

Por medio del controlador de red y el software Omada Cloud se pudo monitorear la cantidad exacta de usuarios conectados y cuáles fueron los picos de consumo de datos en cada departamento. Gracias a estos gráficos, se ha logrado evidenciar claramente que, durante el período de pruebas, el departamento con el mayor tráfico de datos fue DECE. Además, se ha podido confirmar que los equipos conectados únicamente utilizan la banda de 2.4 GHz.

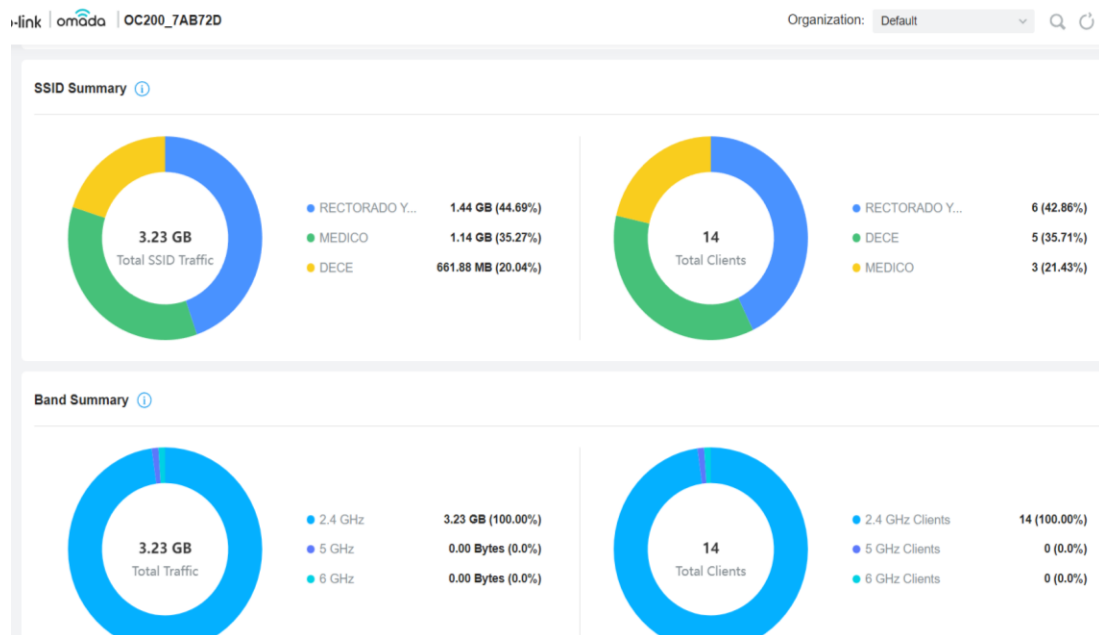


Figura 69 Monitoreo tráfico de red
Autor: Méndez Klevers

La presentación de las métricas generadas por el sistema fue de suma importancia, ya que permitieron evaluar el desempeño de la red WLAN y demostraron al mismo tiempo el correcto funcionamiento, tanto del sistema fotovoltaico como del timer que controla el suministro o corte de energía eléctrica. Se comprobó como la red entra en funcionamiento diariamente a partir de las 7 am, hasta las 5 pm, sin ninguna interrupción.



Figura 70 Horario de conexión de la red
Autor: Méndez Klevers

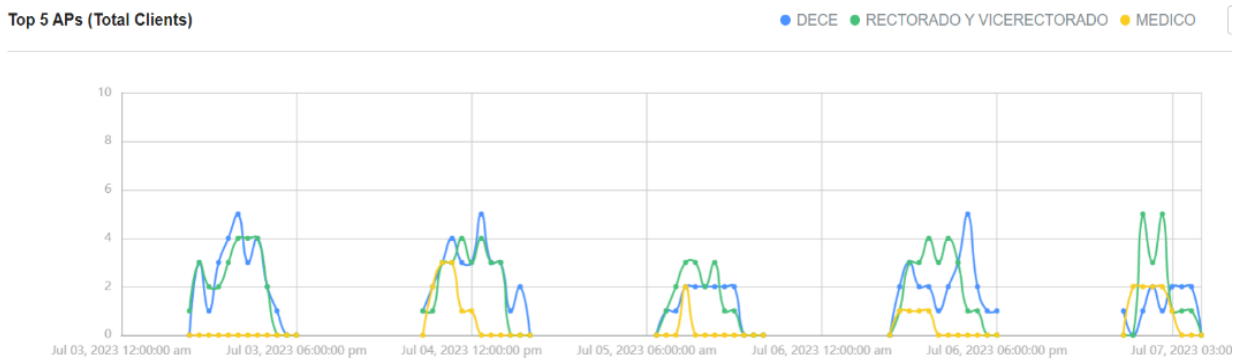


Figura 71 Carga de usuarios en la red
Autor: Méndez Klevers

Finalmente se evaluó la calidad de la conexión (ancho de banda disponible), en los distintos departamentos de la unidad educativa y el número de usuarios simultáneos conectados. Para esto se realizó una prueba de velocidad en donde se constató una mejora notable en la velocidad de internet pasando de los 2,28 Mbps a los 10.48Mbps. Con la ejecución de estas pruebas se validó el correcto funcionamiento del proyecto implementado.

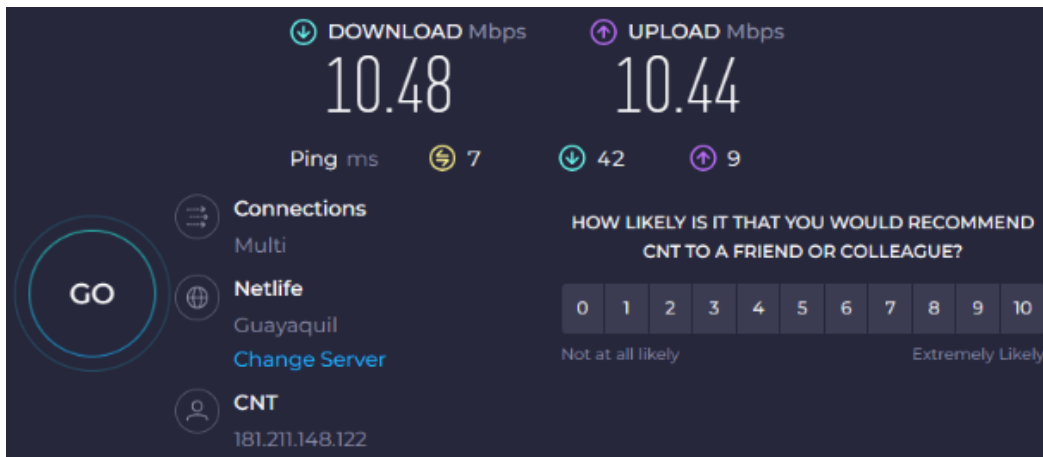


Figura 72 Test de velocidad de internet realizado a la nueva red WLAN
Autor: Méndez Klevers

4.7. Fase de mantenimiento

La fase de mantenimiento se ejecutó de manera exitosa en un periodo de tiempo similar a la fase anterior. En este periodo se llevaron a cabo las siguientes actividades detalladas a continuación con la finalidad de garantizar el adecuado funcionamiento del proyecto implementado. Cabe recalcar que posterior a esta primera fase de mantenimiento, mensualmente se visitara la institución por aproximadamente 6 meses para realizar los mantenimientos preventivos correspondientes.

Red WLAN

- Actualización de sistema: regularmente, el ecosistema de Omada lanza actualizaciones de firmware en su página oficial con el objetivo de mejorar la funcionalidad, y corregir errores encontrados. En la fase de mantenimiento fue posible actualizar la versión del firmware de los puntos de acceso y del controlador de red, a una versión más actualizada y estable (5.0.4).

DEVICE NAME	IP ADDRESS	STATUS	MODEL	VERSION	UPTIME	ACTION
DECE	192.168.55.54	CONNECTED	EAP110(US) v4.0	5.0.4	9h 10m 23s	[Location] [Power]
MEDICO	192.168.55.53	CONNECTED	EAP110(US) v4.0	5.0.4	9h 10m 29s	[Location] [Power]
RECTORADO Y VIC...	192.168.55.51	CONNECTED	EAP110(US) v4.0	5.0.4	9h 10m 24s	[Location] [Power]

Figura 73 Dashboard de puntos de accesos EAP 110
Autor: Méndez Klevers

- Seguimiento de los dispositivos conectados: esta tarea se realizó con el objetivo de garantizar la seguridad en la red inalámbrica WLAN, y evitar el consumo del ancho de banda por usuarios no autorizados. Dentro de esta prueba se monitorio la red buscando identificar posibles intrusos; una vez realizado el monitoreo y análisis se conocieron todas las direcciones MAC de los usuarios conectados y no se encontraron anomalías.

NAME	MAC ADDRESS	USER/GUEST	DOWNLOAD	UPLOAD	DURATION
1E-31-A0-B4-8B-60	1E-31-A0-B4-8B-60	User	226.3 MB	152.0 MB	1h 0m 10s
2A-E2-DF-7C-55-FA	2A-E2-DF-7C-55-FA	User	297.3 KB	231.8 KB	11m 27s
8A-09-A2-81-6D-15	8A-09-A2-81-6D-15	User	309 Bytes	477 Bytes	7s
AA-BA-94-E9-D5-5A	AA-BA-94-E9-D5-5A	User	47.5 MB	3.6 MB	1h 13m 7s
B2-19-04-B7-95-49	B2-19-04-B7-95-49	User	591.1 MB	129.3 MB	5h 48m 30s
DESKTOP-42AA9BC	50-3E-AA-E1-2B-EF	User	162.6 MB	32.2 MB	15h 42m 57s
HUAWEI_nova_Bi-559596a067	F2-93-A1-12-CA-3A	User	1.4 GB	72.0 MB	11h 22m 47s
LAPTOP-33LRSEID	28-C6-3F-91-0E-33	User	115.6 KB	288.5 KB	3m 41s
M2003J15SC	2E-FB-DB-53-A9-B3	User	431.3 MB	71.2 MB	8h 43m 24s
M2003J15SC-RedmiNote	9C-5A-81-A2-69-B0	User	124.8 MB	663.4 MB	8h 56m 46s
MINEDUC016816	B0-10-41-D4-19-57	User	601.6 MB	89.4 MB	5h 11m 25s
Redmi-10	6E-D7-03-3E-AE-13	User	124.0 MB	21.8 MB	7h 19m 44s

Figura 74 Tabla de direcciones MAC de equipos conectados a la red
Autor: Méndez Klevers

Sistema Fotovoltaico

- Chequeo físico del sistema fotovoltaico: esta tarea es de vital importancia ya que en esta etapa de mantenimiento se agrupa la revisión del buen estado de los materiales y equipos eléctricos implementados como: cables, dispositivo de protección, conexiones eléctricas, y batería buscando niveles altos de temperatura y desperfecto que afecten la integridad del sistema. En esta revisión también se consideró el chequeo del soporte de panel solar buscando algún tipo de desgaste o corrosión que puedan producir problemas desestabilización o desprendimiento.
- Limpieza de equipos: el mantenimiento preventivo consta en la limpieza de los paneles solares, evitando la acumulación de polvo y también es necesario la limpieza de los conductos de ventilación pertenecientes a inversor de energía. Estas actividades son de relevancia en el proceso de mantenimiento del sistema fotovoltaico; su ejecución paulatina ayudara asegurar la producción de energía en el tiempo y a mantener el proyecto en óptimas condiciones.

CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el transcurso del desarrollo e implementación de la red WLAN alimentada con energía fotovoltaica para los departamentos de rectorado, vicerrectorado, médico y consejería estudiantil, surgieron una serie de eventos positivos y otros que se puede ser considerados como negativos los cuales se detallan a continuación:

5.1. Resultados Positivos:

- **Autonomía:** gracias a la integración del sistema fotovoltaico, constantemente se está generando energía eléctrica suficiente para mantener la independencia al 100 % de la red inalámbrica WLAN implementada, lo que resulta en una autonomía total con respecto a la energía eléctrica convencional, eliminado valores concernientes a planillas eléctricas generadas mensualmente por un plazo de 6 a 15 años, siendo una solución económica a futuro para la institución y un proyecto amigable para el medioambiente.
- **Conectividad:** como resultado de la implementación de la red inalámbrica y el sistema fotovoltaico, se alcanzó uno de los objetivos principales del trabajo investigativo de proporcionar conexión a Internet a las áreas administrativas de la institución. Esto ha resultado sumamente positivo y a la vez beneficioso para el personal que labora en el colegio, especialmente en aquellas áreas donde las interrupciones del suministro eléctrico eran frecuentes y la falta de conectividad a Internet constituía una problemática significativa.
- **Control y Administración:** al implementar la red inalámbrica con equipos de la gama Omada de Tp-link se obtuvo un ecosistema compatible, en donde todo los equipos del fabricante Omada pueden ser administrados a través de controlador Oc200. Los resultados en este aspecto han sido positivos ya que la labores del encargado de la parte informática de la institución puede administrar y controlar de manera remota todos los aspectos de la red WLAN.

5.2. Resultados Negativos

- **Dependencia climática:** a pesar de las ventajas que proporciona el sistema fotovoltaico al proyecto, este no está exento de presentar desventajas. La producción de energía eléctrica generada por el sistema está estrechamente ligada a los factores climáticos que puedan presentarse en la ciudad de Montecristi, lo que resulta en una baja producción de energética en día nublados, además de ser afectada por el exceso de polvo en el panel solar.

- **Limitaciones energéticas:** dado a que la propuesta solución fue diseñada para abastecer de energía únicamente a los equipos de la red inalámbrica, el nivel de electricidad producido por el sistema fotovoltaico es completamente limitado, siendo insuficiente la producción para abastecer a otros elementos que se incorporen en el futuro.

Esto podría considerarse como otro apartado negativo del proyecto debido a las limitaciones energéticas presentes. En el caso de anexar por lo menos un nuevo equipo de red obligatoriamente es necesario la implementación de más equipos fotovoltaicos y realizar un nuevo estudio e inversión económica para suplir la demanda.

5.3. Problemas en la implementación

En esta sección se detallan una variedad de problemas que surgieron al momento de realizar la implementación de la propuesta en la institución educativa. El abordar estos problemas implicó de manera directa una inversión significativa de tiempo y dinero:

- **Costo elevado de los equipos solares:** uno de los principales problemas al implementar el proyecto es el presupuesto necesario. Esta es una de las barreras más difíciles de cubrir, debido a que la instalación de paneles fotovoltaicos y los otros elementos que se asocian al sistema de energía renovable constituyen un costo de sumamente elevado; a pesar de que el costo de los equipos fotovoltaicos en los últimos años ha disminuido significativamente aún siguen siendo relativamente altos. Para el caso específico de este proyecto el retorno de inversión es de aproximadamente de 4.6 años.
- **Incompatibilidad de hardware:** la red WLAN implementada mantiene componentes de última tecnología desarrollados por la firma Omada lo que facilita la administración y garantiza la compatibilidad entre equipos. Sin embargo, internamente en la red se presenta una incompatibilidad de hardware, debido a que la compañía que provee de servicios de Internet a la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre en la instalación trabaja únicamente con equipos de otro fabricante. A pesar de la planificación inicial este inconveniente es algo que no se puede solucionar. No obstante, es importante mencionar que este equipo brinda señal a un área que no fue tomada en cuenta en la propuesta solución, pero es importante mencionarla ya que es una problemática que se presentó durante la implementación.
- **Cableado en la infraestructura de red:** otro inconveniente encontrado al momento de la implementación fue a la nula organización en cuanto al tendido de cableado de red con el que la institución contaba.

Era evidente que no existió planificación alguna durante los procesos de conexión realizados en el pasado, generando desorden e inclusive se encontraron cables tendidos en el suelo los cuales podrían causar un accidente en cualquier momento. También se encontraron cables de mala calidad, con deterioro producido por el paso del tiempo, para evitar cualquier problema de conexión a futuro se procedió a reemplazar el cableado con la debida planificación y orden necesario.

- **Baja velocidad de conexión:** debido a la cantidad de usuarios administrativos conectados en la red institucional nivel de ancho de banda en ciertos momentos podría resultar insuficiente. A pesar de que se realizaron oficios dirigidos al distrito de educación al que se acoge la institución, solicitando de manera formal el aumento de ancho de banda a por lo menos 50 Mb, la respuesta fue negativa y en su lugar se realizó un aumento de ancho de banda a 10Mb, lo cual podría provocar un rendimiento deficiente, baja velocidad de conexión y problemas de latencia que pueden afectar la velocidad de la comunicación en momentos de alta demanda. Para abordar estos problemas, se requiere una mayor inversión económica por parte del estado con tal de satisfacer rendimiento el entorno educativo.

5.4. Análisis entre el diseño y la implementación

Comparación diseño e implementación:

- **Características del diseño inicial:** la propuesta de red WLAN alimentada con energía fotovoltaica para la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre en su fase inicial estaba planeada para cubrir únicamente las áreas administrativas de rectorado, vicerrectorado, el departamento médico y el departamento de DECE, y durante la fase de diseño se pensó dotar con servicio de internet a una población aproximada de 10 personas abarcando con una señal de cobertura aproximada de 146.40 m², y basándose en una topología de red tipo árbol. En el caso del sistema fotovoltaico este debía suplir de 37.1 W de energía al día para abarcar con la demanda eléctrica de los equipos de la red .
Implementación final: Durante el proceso de implementación surgieron nuevas necesidades que el rector de la institución manifestó y las cuales fueron consideradas. En primera instancia el proyecto solo cubriría 4 áreas administrativas mencionadas anteriormente, pero dado al requerimiento de la autoridad institucional se realizaron ajustes en el diseño de la red inalámbrica para incorporar un nuevo equipo que la

compañía encargada de suministrar de internet proporciono. Durante la implementaciones en la red inalámbrica se utilizó el equipo OC 200 de Omada para configurar la WLAN, implementando medidas de seguridad que incluyeron un sistema de autenticación basado en filtrado de direcciones MAC y seguridad WPA2.

Se realizaron los ajustes necesarios en cuanto a al consumo eléctrico de todos los elementos de la red inalámbrica y se procedió a realizar la instalación del nuevo equipo inalámbrico en el departamento llamado “sala de profesores”, con esta implementación el número de colaboradores de la institución educativa que resultaron beneficiados por la implementación del siguió siendo la misma solo que el área de abarca la señal de la red alcanzó finalmente los 250.70 m² . La implementación de la red se realizó considerando cada uno de los aspectos sin modificar la base estructural de la topología de red árbol inicial reubicando los nodos de la red para mejorar la cobertura. No obstante, surgieron problemas técnicos relacionados con la compatibilidad entre el equipo nuevo de la marca Mikrotik en su modelo “RB951Ui-2HnD” y los equipos Omada.

A pesar de que la red cuenta con 4 distribuidores de señal “APs” solo 3 pueden ser administrados inalámbricamente desde cualquier parte del mundo con un equipo con conexión a internet por el administrador de la red a través del Omada Controller. Para superar los desafíos energéticos se aplicaron adaptaciones al sistema fotovoltaico al momento del diseño e implementación, con la finalidad de optimizar el sistema de energía con un nuevo panel solar que supliera la demanda, para este apartado se utilizó un panel solar monocristalino.

Además, se implementaron medidas adicionales para resistir condiciones climáticas adversas como la utilización de una base para el panel solar realizada 100% en aluminio para evitar el deterioro con el tiempo u oxidaciones. En el caso del sistema fotovoltaico, la producción del panel solar seleccionado tiene una capacidad de generación energética capaz de alcanzar los 200w, lo cual cubre la demanda de energía eléctrica hacia los equipos dando una autonomía de 3 días con las peores condiciones climáticas. No se observaron falencias dentro del periodo de prueba y luego de 3 meses de funcionamiento aplicando los mantenimientos preventivos a la red y el sistema fotovoltaico ambos siguen funcionando sin ningún percance.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

- En la primera parte del proyecto a través de la recolección de información se logró indagar y conocer los términos relacionados a las tecnologías existentes que son aplicadas para la construcción de nuevas redes inalámbricas y proyectos de energía fotovoltaica. Gracias a las investigaciones concernientes se obtuvo una visión general de las alternativas disponibles y cómo estas alternativas se podrían combinar en la construcción de una red WLAN auto sustentable que solucionara las problemáticas de conexión a internet presentes en la unidad educativa fiscal 23 de octubre.
- Durante el desarrollo de la investigación de la propuesta se determinaron los recursos y equipos necesarios para el diseño y construcción de la nueva red WLAN, en dicha investigación fueron seleccionados equipos cuya relación costo beneficio era la mejor del mercado. Cabe recalcar que esta nueva red cumple con las necesidades de conectividad de la institución educativa. Seguido de la construcción de la red se establecieron los equipos para su respectivo sistema fotovoltaico que asegurara la sustentabilidad energética.

Para el desarrollo de la propuesta se utilizó el software Acrylic, con el cual se logró identificar con precisión las zonas con niveles bajos de conectividad en las áreas administrativas de la institución. La identificación de las zonas fue un paso crucial para garantizar una cobertura de señal efectiva en todos los departamentos, colocando de manera estratégica dispositivos de la nueva red. Mientras que con el software Solarius, se pudo calcular con precisión la producción de energía solar que el sistema fotovoltaico podría generar en los diferentes meses del año. Ambas herramientas, Acrylic y Solarius, demostraron un desempeño exitoso en cuanto a los cálculos y simulación.

- En la parte final del proyecto, se logró verificar la operatividad tanto de la red de WLAN como del sistema fotovoltaico implementado, mostrando un desempeño eficiente en todas las pruebas realizadas. Al implementar la propuesta se abordó de manera efectiva los problemas que incidan en el desarrollo de las tareas administrativas institucionales, solucionando indudablemente las problemáticas y necesidades encontradas en investigaciones previas. Se espera que este documento sirva como antecedente para futuros investigadores que deseen solucionar problemáticas similares.

6.2. Recomendaciones

- Es de suma importancia considerar las capacidades de producción energética generada por el sistema fotovoltaico y no sobrecargar el nivel de consumo, conectando equipos externos al sistema. Debido a que este proyecto está diseñado únicamente para cubrir la demanda energética de la red. En el caso de que exista nuevas conexiones de electrodomésticos, o equipos de red sin evaluar el consumo y escalar el sistema habrá una diferencia entre la demanda de energía y la capacidad de generación, dando como resultado interrupciones temporales en el suministro eléctrico del sistema fotovoltaico.
- La nueva red implementada es completamente escalable ya que el controlador de red utilizado en este proyecto el Omada Oc200, cuenta con la capacidad de administrar de manera remota hasta 100 equipos conectados, entre ellos Aps, routers y switch. Por lo tanto, es viable futuras investigaciones, bien sean proyectos de grado o posgrado que consideren la capacidad de expansión de esta red. La escalabilidad en cuanto a la red WLAN puede realizarse sin ningún problema, anexando más dispositivos para abarcar otras áreas de la institución. No obstante, es necesario un nuevo estudio en donde se definan que otros dispositivos fotovoltaicos se deberán implementar, cerciorándose en todo momento de asegurar la capacidad energética del sistema.
- Se recomienda que el personal administrativo del área informática institucional mantenga un control y monitoreo constante supervisando el rendimiento de la red inalámbrica y el rendimiento del sistema de energía fotovoltaico. Esto con el fin de prevenir y corregir percances. Para ello es necesario la creación de un plan de mantenimiento programado para garantizar el buen funcionamiento en ambos casos. El realizar mantenimiento preventivo puede incluir inspecciones periódicas, la limpieza constante de paneles solares, pruebas de producción energética, capacidad de la batería, actualizar los parámetros de seguridad de la red, testear la velocidad de internet y analizar periódicamente a los usuarios que se conectan a la red. En el caso presentarse problemas de funcionamiento se recomienda realizar los respectivos mantenimientos correctivos, solicitando siempre el soporte de personal externo capacitado en términos de energía eléctrica.

6.3. Trabajos Futuros

Por medio de los diferentes apartados que conforman a este documento quedó demostrado como es completamente viable y eficaz la implementación de la energía fotovoltaica y el uso de las redes inalámbricas (WLAN), en proyectos para instituciones educativas que presenten inconvenientes relacionados al suministro de energía eléctrica y de conectividad a internet. Con este proyecto se logró la implementación exitosa de una red WLAN completamente auto sustentable en la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre. No obstante, es importante mencionar que dentro de la institución existe un área de 12,364.66 m² en donde se distribuyen 15 edificaciones que albergan los salones de clases destinados a educación básica y bachillero general. En ninguna de estas edificaciones existe la presencia de conexión a internet.

Uno de los principales enfoques para futuras investigaciones podría ser la expansión para cubrir más áreas en cuanto al alcance de la actual red inalámbrica implementada, anexando nuevo equipos de la gama “Omada”, manteniendo el ecosistema de compatibilidad ya creado. Con el tiempo la demanda de conectividad aumentara y será necesario escalar tanto a los equipos que conforman la red y la velocidad de ancho de banda, de ser este el caso es importante tener en cuenta la mejora continua de la eficiencia energética del sistema fotovoltaico para evitar algún déficit de energía que pueda repercutir en algún equipo ya implementado. Al contar con un área extensa en donde las edificaciones mantienen áreas de separación considerables en los nuevos trabajos a futuro que busquen ofrecer una cobertura más amplia podrían llevar a cabo implementaciones de antenas con conexión de punto a punto reduciendo el presupuesto en cuanto al tendido de concerniente al cableado de red.

La constante evolución en términos de seguridad informática otorga otra alternativa para el desarrollo de trabajos futuros que busquen mejorar la privacidad de los usuarios que se conecten a la red, mejorar la seguridad informática en la institución concerniente a la población administrativa, con nuevos protocolos y medidas de seguridad robustas que prevengan posibles vulnerabilidades. Se podría abordar el entorno de la energía fotovoltaica diseñando nuevas estrategias de optimización y seguimiento de los paneles solares con respecto a la ubicación del sol especialmente para los días donde la radiación se ve limitada por efectos de la nubosidad en determinadas etapas del año. Al explorar este tema posiblemente se aumentará la producción de energía generada y obtendrá una mejor autonomía energética en la red inalámbrica durante períodos de baja radiación solar o en condiciones climáticas adversas. Realizar cualquiera de los trabajos a futuro mencionados anteriormente mejora y expandiría significativamente el alcance de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, G., Aignerren, M., & Ruiz, J. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental.
- Altabbaa, M. T. (2010). Proposition of a load balancing central system in wi-fi network. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28377.75368>
- Alvarado Ladrón de Guevara, J. (2018). Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica aislada. <https://oa.upm.es/id/eprint/52204>
- Anguita, J. C., Labrador, J. R., Campos, J. D., Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. <http://www.unidadocentemfyclaspalmas.org.es/resources/9+Aten+Primaria+2003.+La+Encuesta+I.+Cuestionario+y+Estadistica.pdf>
- Araujo, C., Dutra, F., & Albuquerque, S. (2012). Red Mesh alimentada por energía solar. *E-Xacta*, 4(3), 103–116. <https://doi.org/10.18674/EXACTA.V4I3.692>
- ARCERNNR. (2022). Boletín de Prensa. <https://www.recursoyenergia.gob.ec/las-tarifas-de-energia-electrica-no-se-incrementaran-en-el-2022/>
- Argüello, D. M. (2017). Gigabit Wi-Fi: visión general y desafíos técnicos [Universidad Nacional de La Plata]. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/63510/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Barzola Ávila, E. S. (2023). Estudio para la implementación de red de datos en el área administrativa de la unidad educativa Fiscal Alejo Lascano [UNESUM]. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=+BARZOLA+AVILA%2C+E.+S.+%282023%29.+ESTUDIO+PARA+LA+IMPLEMENTACI%C3%93N+DE+RED+DE+DATOS+EN+EL+%C3%81REA+ADMINISTRATIVA+DE+LA+UNIDAD+EDUCATIVA+FISCAL+ALEJO+LASCANO+Bachelor%27s+thesis%2C+Jipijapa-Unesum.&btnG=
- Benites, B., Choez, J., & Espinal, Albert. (2015). Auditoría de Seguridad en Redes Inalámbricas, Soluciones y Recomendaciones. Facultad de Ingeniería En Electricidad y Computación Guayaquil.
- Bouchti, M. (2016). Diseño y Medición de una Antena Wearable.
- Campuzano, Chong. (2016). Metodología de la investigación. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Chong+Campuzano%2C+M.+J.+%282016%29.+Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+I.+Libro+

de+texto+basado+en+competencias.&btnG=#d=gs_cit&t=1683234647930&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3ARhaHqeLGiTUJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des

- Carhuaz Malpartida, K. F. (2021). La seguridad en redes inalámbricas. Universidad Nacional de educación.
- Cuenca, J. M. (2016). Firewall o cortafuegos. Universidad Nacional De Loja. <https://www.researchgate.net/publication/295256426>
- Del Rio, J. (2018). Diseño electrónico con panel solar para extender la vida de un nodo en una red inalámbrica de sensores (WSN). <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/1774>
- Faraldo, P., & Pateiro, B. (2013). Estadística y metodología de la investigación. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Faraldo%2C+P.%2C+%26+Pateiro%2C+B.+%282013%29.+Estad%3ADstica+y+metodolog%3ADA+de+la+investigaci%3Bn.+Universidad+Santiago+De+Compostela%2C+15.&btnG=
- Flores Guerra, J. D. (2017). Red wifi basada en la metodologia Top-Down para mejorar la comunicación de datos en el Instituto Nacional de Estadística e Informática–Pucallpa. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3135898>
- García, E. (2023). Análisis técnico de la implementación de una microred alimentada por energía fotovoltaica y biomasa para el sector de La Tigra, Santa Bárbara, Honduras. <https://repositorio.unitec.edu/handle/123456789/11409>
- Gómez, G., Alejandro, M., Núñez, O., & Antonio, H. (2019). Diseño de red inalámbrica con torres repetidoras, abastecido con sistema fotovoltaico, para proveer de internet asequible al centro poblado de Nuevo Chirimoto y alrededores. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8011>
- Gualdrón Óscar, Rugeles, J., & Diaz, R. (2012). Diseño de un enlace WI-FI autónomo como una solución de conectividad para zonas rurales. *Scientia et Technica*, ISSN 0122-1701, Vol. 2, N°. 48, 2011, Págs. 127-132, 2(48), 127–132. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4723487&info=resumen&idioma=EN>
- G
- Guinaldo, M., Sánchez, J., & Dormido, S. (2017). Control en red basado en eventos: de lo centralizado a lo distribuido. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 14, 16–30. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2016.09.007>
- Guzman Cortes, D. E., & Maya Lopez, J. E. (2018). Diseño e implementación de nodos wifi alimentados por energía solar para apoyo de nodos de telemetría. In *reponame:Repositorio*

- Institucional UniARI. <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/247>
- Hernández Sampieri, R. (2014). Espacio de Formación Multimodal Selección de la muestra. www.elosopanda.com
- Huidobro, J. M. (2013). Antenas de telecomunicaciones. Revista Digital de ACTA.
- López Bulla, R. (2018). Enrutamiento y configuración de redes. Bogotá: AREANDINA. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/1495>
- Maldonado, P. (2022). Metodología para la evaluación del rendimiento de red en tecnologías Inalámbricas WLAN. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93338>
- Maviju. (2023). Breaker termomagnético DIN 2P 20A . <https://maviju.com/material-electrico/breaker-termomagnetico-din-2p-20a-230-400v-mav-db1-el010043>
- Mejía, E. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. Revista Científica Pakamuros. <http://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/95/89>
- Molina, F. (2022). Radioenlace en banda libre 5GHz para proveer de internet a las cabañas de las Lagunas de Mojanda. <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/3381>
- Moreta Villacis, G. H. (2020). Modelo Politécnico” con soporte Dual Band. PUCE-Quito.
- Navia, L. (2019). Dirección y gestión de proyectos inmobiliarios basado en la guía PMBOK y el uso metodologías ágiles. <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/33720/TFM%20CARLOS%20LEON%20NAVIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NetlanPRO. (2023). Cable de red Cat 6. https://www.netlanpro.com/?page_id=89
- Noack Herrera, H. A. (2013). Diseño e implementación de un sistema de comunicación inalámbrica con tecnología WiMAX alimentado con energía solar en el campus de la Universidad del Valle de Guatemala. [Universidad del Valle de Guatemala]. <https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/handle/123456789/544>
- Peacosupport. (2023). Power Inverter 500W . <https://peacosupport.com/modified-sine-wave-inverter/500w-car-power-inverter-dc-12-volt-to-220-volt-ac>
- Perdomo, V. P. T., Caizabuano, J. R. C., & Altamirano, F. S. C. (2018). Arquitectura de redes de información. Principios y conceptos. Dominio de Las Ciencias, ISSN-e 2477-8818, Vol. 4, Nº. 2, 2018, Págs. 103-122, 4(2), 103–122. <https://doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.4.núm.2.abril.103-122>

- Pérez Mendoza, L. F. (2022). Diseño y construcción de un sistema de alimentación eléctrico basado en paneles solares para un circuito cerrado de cámaras. Instituto superior tecnologico vida nueva.
- Proaño Cubillo, F. E. (2015). Diseño e implementación de una red de comunicaciones con enlaces de larga distancia en el campo Tipishca y sus estaciones vinita 2, Tipishca C y Epf de EP Petroecuador.
- Prosumidores. (2019). Reguladores, inversores y baterías.
- Reyes, B. (2021). Historia de la Unidad Educativa Fiscal “23 de Octubre.” https://issuu.com/marieliza.reyes/docs/comunicaci_n_digital_y_marketing_educativo_modulo_
- Reyes Narváez, A. P. (2016). Diseño de una red de área local inalámbrica para proveer servicios de voz, datos, video e Internet en el campus del colegio y escuela Sagrado Corazón de Jesús matriz Tulcán . <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/13028>
- Rica, C., Cordero, V., & Rosa, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Redalyc.Org*, 33(1), 155–165. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Rodríguez, M., Dayana, V., & Pino, E. (2023). Impacto medioambiental de las tecnología solar fotovoltaica . <https://doi.org/10.22533/at.ed.7832302052>
- Rodríguez Manrique, A. K., Cadena Monroy, Á. I., & Aristizábal Cardona, A. J. (2015). Diseño de sistemas de energía solar fotovoltaica para usuarios residenciales en Chía, Cundinamarca. <https://doi.org/10.21789/22561498.1019>
- Rodríguez Martínez, S. (2017). Diseño y configuración de un sistema de localización Wifi basado en CMX Cisco. https://oa.upm.es/49961/1/PFC_SANTIAGO_RODRIGUEZ_MARTINEZ.pdf
- Salazar, J. (2016). REDES INALÁMBRICAS. <http://www.techpedia.eu>
- Sánchez Plúas, J. R., & Figueroa Sánchez, M. Á. (2022). Diseño e implementación de un prototipo para el control y monitoreo del consumo energético de una red wifi alimentada por paneles fotovoltaicos en la Escuela de Educación Básica Particular Gabriel Olmedo Arroba Espinoza en la Ciudad de Guayaquil.
- Santillán, D., & Chela, A. (2023). Diseño e implementación de una red inalámbrica para proveer servicio de telecomunicaciones en las Cochabambas, energizado con paneles solares. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10661>
- Solar Controller. (2018). MPPT120D . <https://www.hanfsolar.com/product/MPPT120D-MPPT-Solar-Controller-Solar-Charger-for-off-grid-solar-home-system-14.html>

- Suárez Farinango, A. L. (2020). Estudio comparativo de tecnologías para el diseño de una Red WLAN para el centro de formación permanente San Bartolo de la Universidad Politécnica Salesiana [PUCE].
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/18267/Tesis%20LEONARDO%20SU%c3%81REZ%20VERSI%c3%93N%20DEFINITIVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sunpal. (2020). Battery 6-GFM(G)-100 . <https://www.sunpalbattery.com/gel-series/>
- Sunpal power. (2023). SP200M-72. <https://cdn.enfsolar.com/z/pp/ts1ejw230qy0/Sunpal-Small-Mono-cells-10-250W-Solar-Module-16.pdf>
- Teodoro, N., & Nieto, E. (2018). TIPOS DE INVESTIGACIÓN.
- Theiler, M., & Smarsly, K. (2018). IFC Monitor—An IFC schema extension for modeling structural health monitoring systems. https://www.researchgate.net/figure/Network-topologies-for-SHM-supported-by-the-semantic-model_fig3_324991665
- TP-Link. (2023a). Controlador Cloud Omada OC200. <https://www.tp-link.com/ec/business-networking/omada-sdn-controller/oc200/>
- TP-link. (2023). EAP110 Punto de Acceso Inalámbrico N a 300Mbps, de Montaje en Techo. <https://www.tp-link.com/es/business-networking/omada-sdn-access-point/eap110/>
- TP-Link. (2023b). Switch de Sobremesa TL-SG1005P . <https://www.tp-link.com/ec/business-networking/poe-switch/tl-sg1005p/>
- Travezaño, E. (2020). Sistema de comunicación inalámbrica utilizando energía solar para operaciones mineras a Tajo. Repositorio Institucional - UNI. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3266988>
- Trejo, I., Pizano, S., & Rosillo, R. (2018). Servicios de internet por medio de redes inalámbricas, en locaciones sin servicios de energía eléctrica y telecomunicaciones.
- Urgilés Bermeo, E. X. (2019). Diseño, modelado e implementación de un sistema fotovoltaico para la capilla de la comunidad Macas alto de la parroquia Quingeo del cantón Cuenca [Universidad Católica de Cuenca]. In Universidad Católica de Cuenca. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/8250>
- Valdez Castillo, J. C. (2019). Propuesta de implementación de red inalámbrica unificada en la municipalidad provincial de Sechura, 2019 [ULADECH]. https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/28242/RED_INALAMBICA_VALDEZ_CASTILLO_JOHN.pdf?sequence=1
- Vargas Vallejo, D. (2020). Análisis comparativo de tecnologías para el diseño de red Wlan para el laboratorio de tecnologías de la información y comunicación de la Facultad de

Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador empleando estándar 802.11 n . PUCE.

Vásconez Acuña, D. F. (2015). Red Inalámbrica tipo malla (WNM) estándar 802.11 de transmisión y la optimización de cobertura en los Colegios de la Provincia de Tungurahua. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/6989>

Vente Castro, F. (2020). Diseño e implementación de un sistema para dotar de acceso a internet mediante el uso de energía solar fotovoltaica a la Institución Educativa Jaime Roock. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/33351>

ANEXOS

Anexo 1 Autorización para realizar el proyecto por parte del distrito 13D02 1/2



Oficio Nro. MINEDUC-CZ4-13D02-2023-0167-OF

Manta, 16 de marzo de 2023

ASUNTO: RESPUESTA/ESTUDIANTE DE MAESTRÍA DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA CATÓLICA DE QUITO SOLICITA AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE CASO EN EL INTERIOR DE LA UNIDAD EDUCATIVA VEINTITRÉS DE OCTUBRE

Klevers Alexander Méndez Pico

En su despacho

De mi consideración

En respuesta al Documento Oficio No. MINEDUC-CZ4-13D02-UDAC-2023-1261-E, mismo que indica "Yo, Klevers Alexander Méndez Pico, ingeniero con cedula de identidad No. 1315339331, estudiante de la maestría en tecnología de la información con mención en gestión y administración tecnológica de la universidad pontificia católica de quito, le solicito a usted de la manera mas cordial que me otorgue los permisos necesarios para realizar un estudio de caso en el interior de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre del cantón Montecristi. El proyecto lleva por nombre: Propuesta de una red Wlan alimentada con energia fotovoltaica caso de estudio Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre-Montecristi...".

En virtud de lo expuesto, en calidad de Director Distrital de Educación 13D02 (E) Jaramijó-Manta-Montecristi, se aprueba su requerimiento debiendo el interesado acudir el día 20 de marzo de 2023, 09:00 en la sala del DECE Distrital para recibir la socialización de Rutas y Protocolos de Actuación ante casos de violencia cometidos o detectados en el Sistema Educativo Nacional: posteriormente coordinar con la autoridad de la institución educativa para el correcto proceso de implementación del proyecto descrito, de forma voluntaria, sin fines de lucro.

Con sentimiento de distinguida consideración.

Atentamente,

Ministerio de Educación

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



Autor: Econ. Rivadeneira Gonzales Edgar Vinicio



Oficio Nro. MINEDUC-CZ4-13D02-2023-0167-OF

Manta, 16 de marzo de 2023

Documento firmado electrónicamente

Mgs. Edgar Vinicio Rivadeneira Gonzalez

DIRECTOR DISTRITAL DE EDUCACIÓN 13 D02 (E)

Referencias:

-MINEDUC-CZ4-13D02-UDAC-2023-1261-E

Anexos:

-mineduc-cz4-13d02-udac-2023-1261-e.pdf

Copia:

Señora licenciada

Nelly Gisella Orrala Magallan

Coordinadora distrital del DECE

no



Ministerio de Educación

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



Autor: Econ. Rivadeneira Gonzales Edgar Vinicio

Anexo 3 Certificación de capacitación necesaria para ingresar a la institución educativa



Oficio Nro. MINEDUC-13D02-0029-2023-DECE

Manta, 22 de marzo de 2023

Klevers Alexander Méndez Pico
Maestrante Universidad Católica

De mi consideración:

Por medio del presente oficio certifico que el día 20 de marzo de 2023 a las 09H00 am en las instalaciones de la Dirección Distrital de Educación 13D02 Jaramijó -Manta-Montecristi, procedió a realizar la socialización de **RUTAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN ANTE CASOS DE VIOLENCIA COMETIDAS O DETECTADAS EN EL SISTEMA EDUCATIVO** en su tercera edición, en la que Klevers Alexander Méndez Pico con cédula de ciudadanía 1315339331 participo.

Particular que certifico para los fines pertinentes.

Atentamente,



Lic. Nelly Gisella Orrala Magallán Mg.
**COORDINADORA DECE DISTRITAL 13D02
JARAMIJÓ-MANTA-MONTECRISTI**



Econ. Edgar Vinicio Rivadeneira González Mg.
**DIRECTOR DISTRITAL DE EDUCACIÓN 13D02 (E)
JARAMIJÓ-MANTA-MONTECRISTI**

Ministerio de Educación

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



Autor: Lic. Orrala Magallán Nelly Gisella & Econ. Rivadeneira Gonzales Edgar Vinicio

Anexo 4 Certificado de revisión de las preguntas que conforman la encuesta de la investigación por parte de un profesional en electrónica y telecomunicaciones



Quito, mayo de 2023

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certifico que el maestrante: Klevers Alexander Méndez Pico, acudió a mi debido a mi experiencia y conocimientos, con el propósito de solicitar el apoyo para certificar las preguntas formuladas en una encuesta que forman parte de su trabajo de titulación: **"Propuesta de una red Wlan alimentada con energía fotovoltaica para los departamentos de rectorado, vicerrectorado, departamento médico y consejería estudiantil, caso de estudio Unidad Educativa Fiscal 23 de Octubre Montecristi"**, el cual es un requisito indispensable para la obtención del título de Magíster en Tecnologías de la Información mención en gestión y administración de tecnología, que otorga la Universidad Pontificia Católica del Ecuador. Una vez realizada la revisión de cada uno de los ítems que forman parte de la encuesta puedo garantizar su validez académica.

Atentamente,



Arévalo Bermeo Germán Vicente

Ingeniero en electrónica y telecomunicaciones
Magister en comunicaciones ópticas y tecnologías fotónicas
Doctor en ingeniería
C.I. 0103152500

Av. 12 de octubre 1076 y Ramón Roca
Apartado postal 17-01-2184
Telf.: (593) 2 2992647
Quito – Ecuador www.puce.edu.ec



Autor: Ing. Germán Vicente Arévalo Bermeo. Ph

Anexo 5 Certificado de revisión de las preguntas que conforman la encuesta de la investigación por parte de un profesional en telecomunicaciones



Manta, mayo de 2023

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certifico que el maestrante: Klevers Alexander Méndez Pico, acudió a mi debido a mi experiencia y conocimientos, con el propósito de solicitar el apoyo para certificar las preguntas formuladas en una encuesta que forman parte de su trabajo de titulación: **"Propuesta de una red Wlan alimentada con energía fotovoltaica para los departamentos de rectorado, vicerrectorado, departamento médico y consejería estudiantil, caso de estudio Unidad Educativa Fiscal 23 de Octubre Montecristi"**, el cual es un requisito indispensable para la obtención del título de Magíster en Tecnologías de la Información mención en gestión y administración de tecnología, que otorga la Universidad Pontificia Católica del Ecuador. Una vez realizada la revisión de cada uno de los ítems que forman parte de la encuesta puedo garantizar su validez académica.

Atentamente,



José Efraín Álava Cruzatti

Ingeniero en telecomunicaciones con mención en gestión empresarial en telecomunicaciones
Magister en telecomunicaciones
C.I. 1310367824

Av. 12 de octubre 1076 y Ramón Roca
Apartado postal 17-01-2184
Telf.: (593) 2 2991647
Quito – Ecuador www.puce.edu.ec



Autor: Ing. Álava Cruzatty José Efraín. Mg

Anexo 6 Certificado de revisión del “Summay” perteneciente al proyecto

Pontificia Universidad
Católica del Ecuador



Manta, agosto de 2023

TRADUCCIÓN AL IDIOMA INGLÉS

Yo René Jonathan Vargas Delgado con cédula de identidad número: 131457693-3, Licenciado en Idiomas mención Inglés, con número de registro de la SENESCYT: 1016-2016-1721826 ; certifico haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del Summary, del trabajo de titulación: "Propuesta de una red Wlan alimentada con energía fotovoltaica para los departamentos de rectorado, vicerrectorado, departamento médico y consejería estudiantil, caso de estudio Unidad Educativa Fiscal 23 de Octubre Montecristi", perteneciente al ingeniero: Klevers Alexander Méndez Pico, con cedula de identidad: 131533933-1, previo a la obtención del título de Magíster en Tecnologías de la Información mención en gestión y administración de tecnología, que otorga la Universidad Pontificia Católica del Ecuador.



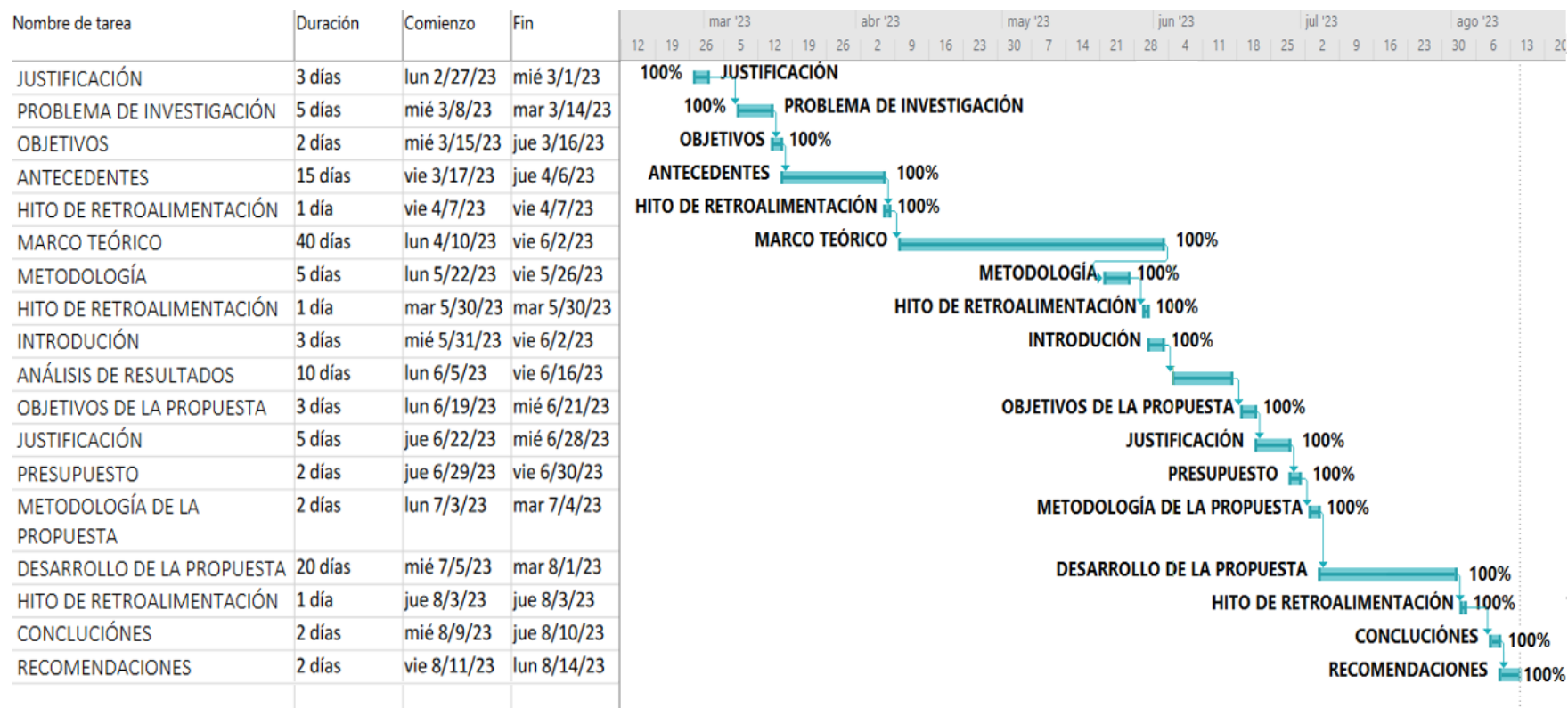
René Jonathan Vargas Delgado
Licenciado en idiomas mención inglés
C.I. 131457693-3

Av. 12 de octubre 1076 y Ramón Roca
Apartado postal 17-01-2184
Telf.: (593) 2 2992647
Quito – Ecuador www.puce.edu.ec



Autor: Lic. Vargas Delgado René Jonathan

Anexo 7 Cronograma de actividades del proyecto



Proyecto: PROPUESTA DE UNA
Fecha: lun 6/2/23

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual	
Tarea inactiva		solo el comienzo			
Hito inactivo		solo fin			

Autor: Méndez Klevers

Anexo 8 Fotografía exterior de la Unidad Educativa Fiscal 23 de octubre



Autor: Méndez Pico Klevers Alexander