



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

TRABAJO DE TITULACIÓN

MODALIDAD PROYECTO INTEGRADOR

TÍTULO:

REDES DE SENSORES INALÁMBRICOS PARA MONITOREO DE LA RADIACIÓN
SOLAR EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ, EXTENSIÓN
CHONE

AUTORES:

CHAVARRÍA MECIAS JEAN CARLOS

VALENCIA CASTRO EDWIN EDÚ

UNIDAD ACADÉMICA:

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA:

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

TUTOR:

ING. GARCÍA FLORES DE VÁLGAZ GALO ROBERTO. MG

CHONE – MANABÍ – ECUADOR

SEPTIEMBRE DE 2025

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. García Flores De Válgaz Galo Roberto, Mg; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, extensión Chone, en calidad de Tutor del Proyecto.

CERTIFICO:

Que el presente Proyecto Integrador con el título “REDES DE SENSORES INALÁMBRICOS PARA MONITOREO DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ, EXTENSIÓN CHONE” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo.

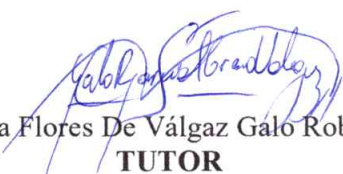
Las opciones y conceptos vertidos en este proyecto son fruto de la perseverancia y originalidad de su(s) autor(es):

Chavarría Mecías Jean Carlos

Valencia Castro Edwin Edú

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, septiembre del 2025.


Ing. García Flores De Válgaz Galo Roberto, Mg.
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Chavarria Mecias Jean Carlos

Valencia Castro Edwin Edú

Estudiantes de la Carrera de Tecnología de la Información, declaramos bajo juramento que el siguiente proyecto cuyo título: “Redes de sensores inalámbricos para monitoreo de la radiación solar en la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Chone”, previa a la obtención del Título de Ingeniero en Tecnologías de la Información, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Chone, Septiembre del 2025.


Chavarria Mecias Jean Carlos

NIU: 131532973-8


Valencia Castro Edwin Edú

NIU: 131408323-7



APROBACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con Modalidad Proyecto Integrador, titulado: “Redes de sensores inalámbricos para monitoreo de la radiación solar en la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Chone”. Cuyos autores, Chavarría Mecías Jean Carlos y Valencia Castro Edwin Edú, estudiantes de la Carrera de Tecnologías de la Información, y como Tutor de Trabajo de Titulación el Ing. García Flores De Válgaz Galo Roberto, Mg.

Chone, septiembre de 2025

Lcda. Rocío Bermúdez Cevallos, Mgtr.
DECANA

Ing. García Flores De Válgaz Galo, Mgtr.
TUTOR

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lcda. Indira Zambrano Cedeño
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por las lecciones aprendidas en cada etapa de mi vida y la fortaleza para superar cada obstáculo. A mi querida familia por siempre estar en cada uno de los momentos y desafíos presentados, siendo así el pilar fundamental y base para mi fortalecimiento.

Mi tutor de tesis Ing. Galo García, quien con su serenidad, compromiso, sabiduría y profesionalismo fue una guía y pieza importante para conseguir el presente trabajo de titulación.

Y por último y no menos importante a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, institución majestuosa de la cual me siento orgulloso, de haberme formado profesionalmente con grandes docentes.

Con aprecio,
Jean Chavarría

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios, por haberme guiado en este camino y por haberme otorgado la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta. Esta titulación es un reflejo de tu bondad y de tu confianza en mí.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis, al Ingeniero Galo García, por su valiosa orientación y dirección, las cuales fueron esencial para la realización de este trabajo. Su conocimiento, paciencia y dedicación enriquecieron mi educación académica y me inspiraron a alcanzar la excelencia. También a mis compañeros que fueron parte de esta travesía en la cual nos ayudamos para bien, agradecido por buenos consejos de cada uno de ellos.

Con aprecio,

Edwin Valencia

DEDICATORIA

Primero, quiero agradecer a Dios por darme la vida. Seguidamente, a mi madre y a mi padre, quienes estuvieron conmigo en cada instante apoyándome sin dudarle, incluso en las dificultades. A mi querida familia, compañeros y amigos de curso, les agradezco su más sincero compañerismo y cariño, que hicieron de paso por la universidad una experiencia enriquecida.

También quiero dedicarme este logro a mí mismo, por atreverme a soñar en grande y tener el valor de convertirme en mi mayor apoyo. Este trabajo es el reflejo de que no existe obstáculos cuando la voluntad es fuerte.

A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro es un esfuerzo de todo el amor y apoyo que me han brindado.

Con aprecio,
Jean Chavarría

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia, mi mayor fuente de apoyo y amor. A mis padres por su amor incondicional, por su sacrificio y por enseñarme que si caigo debo de levantarme aún más fuerte que antes. Gracias por creer siempre en mí, por impulsarme a alcanzar mis metas.

A mis profesores, quienes me ayudaron mucho para llegar hasta aquí, gracias enseñarme con su sabiduría la cual me ayudó a formarme como profesional. Su dedicatoria fue importante para mí crecimiento intelectual. A mis compañeros que me inspiraron a dar lo mejor de mí, cada uno aportaron algo especial en este viaje.

Un agradecimiento especial a mi tía, quien me abrió las puertas de su hogar. Gracias por brindarme un espacio seguro y acogedor para vivir.

Les dedico a ustedes este logro con profundo agradecimiento.

Con aprecio,

Edwin Valencia

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Introducción	3
1.2. Diagrama causa – efecto del problema	4
1.3. Planteamiento y formulación del problema	5
1.3.1 Ubicación:.....	5
1.3.2 Problematización	5
1.3.3 Génesis del problema.....	6
1.3.4 Estado actual del problema.....	6
1.4. Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Justificación	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1 Redes de sensores.....	8
2.1.1 Las redes de sensores inalámbricos	8
2.1.2 Importancia de las redes de sensores inalámbricos	9
2.1.3Características de las Redes de Sensores Inalámbricos.....	10
2.1.4 Principales retos de las Redes de Sensores Inalámbricos que se pueden resolver con SDN	10
2.1.5 Nodos.....	11
2.1.6. Ventajas y desventajas de las redes de sensores inalámbricos	12
2.1.6 Tipos de dispositivos en Redes de Sensores Inalámbricos.....	13
2.2. Radiación Solar.....	13
2.2.1 Monitoreo de la radiación solar	13

2.2.2	Importancia de la radiación solar.....	14
2.2.3	Radiación solar terrestre.....	14
2.2.4	Factores que influyen en el índice de la radiación solar ultravioleta que llega a un determinado punto de la superficie terrestre.....	15
2.2.5	Solmáforo	16
2.2.6	Instrumento de medición	17
2.2.7	Características de los instrumentos de medición.....	18
2.2.8	Métodos de monitoreo	19
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....		20
3.1	Tipo de investigación.....	20
3.1.1	Investigación mixta.....	20
3.1.2	Investigación aplicada	20
3.2	Métodos de investigación.....	21
3.2.1	Método inductivo-deductivo.....	21
3.2.2	Método inductivo-deductivo.....	21
3.3	Fuentes de datos	22
3.3.1	Fuentes primarias.....	22
3.3.2	Fuentes secundarias	22
3.4	Técnicas e Instrumentos de la investigación.....	22
3.4.1	Técnicas	22
3.4.2	Herramientas.....	22
3.4.3	Instrumentos	23
3.5	Análisis y Presentación de los Resultados	23
3.5.1	Tabulación y análisis de los datos	23
3.5.2	Presentación y descripción de los resultados obtenidos	24

CAPITULO IV: EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	28
4.1. Descripción del proyecto	28
4.2. Etapas de Ejecución del Proyecto	29
4.2.1. Fase I: Planificación	29
4.2.2. Fase II: Diseño y construcción	30
4.2.3. Fase III: Implementación.....	30
4.2.4. Fase IV: Determinación de Recursos	32
4.3. Conclusiones.....	34
4.4. Recomendaciones	35
4.5. Referencias Bibliograficas.....	36
4.6. Anexos	38

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama causa – efecto del problema	4
Ilustración 2. Radiación Solar terrestre.....	15
Ilustración 3. Tipos de métodos de monitoreo	19
Ilustración 4. Entrada principal del bloque B, punto clave para el monitoreo solar y ubicación del solmáforo	29
Ilustración 5. Ilustración del Bloque B de la Uleam Extensión Chone.....	30
Ilustración 6. Ilustración del Solmáforo que se instalará en la entrada principal Bloque B ..	31
Ilustración 7. Planeación del Solmáforo que se instalará en la entrada principal Bloque B ..	31

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las redes de sensores inalámbricos	12
Tabla 2. Categoría de exposición a la Radiación Solar Global e Índice UV	16
Tabla 3. Niveles de alerta y recomendaciones.....	17
Tabla 4. Características de los instrumentos de medición	18
Tabla 5. Recursos Humanos	32
Tabla 6. Recursos Tecnológicos	32
Tabla 7. Recursos Económicos.....	33

INDICE DE ANEXO

Anexo 1. Encuesta del proyecto	38
Anexo 2. Monitoreo de radiación Solar de Sensores	38
Anexo 3. Diseño de redes de sensores inalámbricos.....	39
Anexo 4. Implementación de los niveles de radiación solar	40
Anexo 5. Procesamiento inalámbrico con la estación base.....	41

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación, el objetivo fue implementar una red de sensores inalámbricos para monitorear la radiación solar en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone. Se abordó el problema de la falta de datos en tiempo real sobre radiación solar, aquello limita la toma de decisiones energéticas sostenibles. La investigación empleó un enfoque mixto, aplicando los métodos inductivo y deductivo, integrando técnicas como la medición directa, observación, encuestas y revisión documental. Los sensores fueron instalados en el bloque B y se usaron herramientas como software de monitoreo y análisis estadístico. Entre los principales resultados, se evidenció una alta aceptación de la comunidad universitaria hacia la implementación del sistema y un bajo nivel de familiaridad inicial con los equipos de medición, lo cual justificó la necesidad de capacitación. La red permitió la recolección eficiente de datos sobre la radiación solar, fortaleciendo la formación ambiental y fomentando el uso de energías renovables. Por lo consiguiente, el proyecto contribuyó a sentar bases para decisiones más informadas y sostenibles de la universidad.

Palabras clave: Redes de sensores inalámbricos, radiación solar, monitoreo ambiental, energías renovables, sostenibilidad,

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

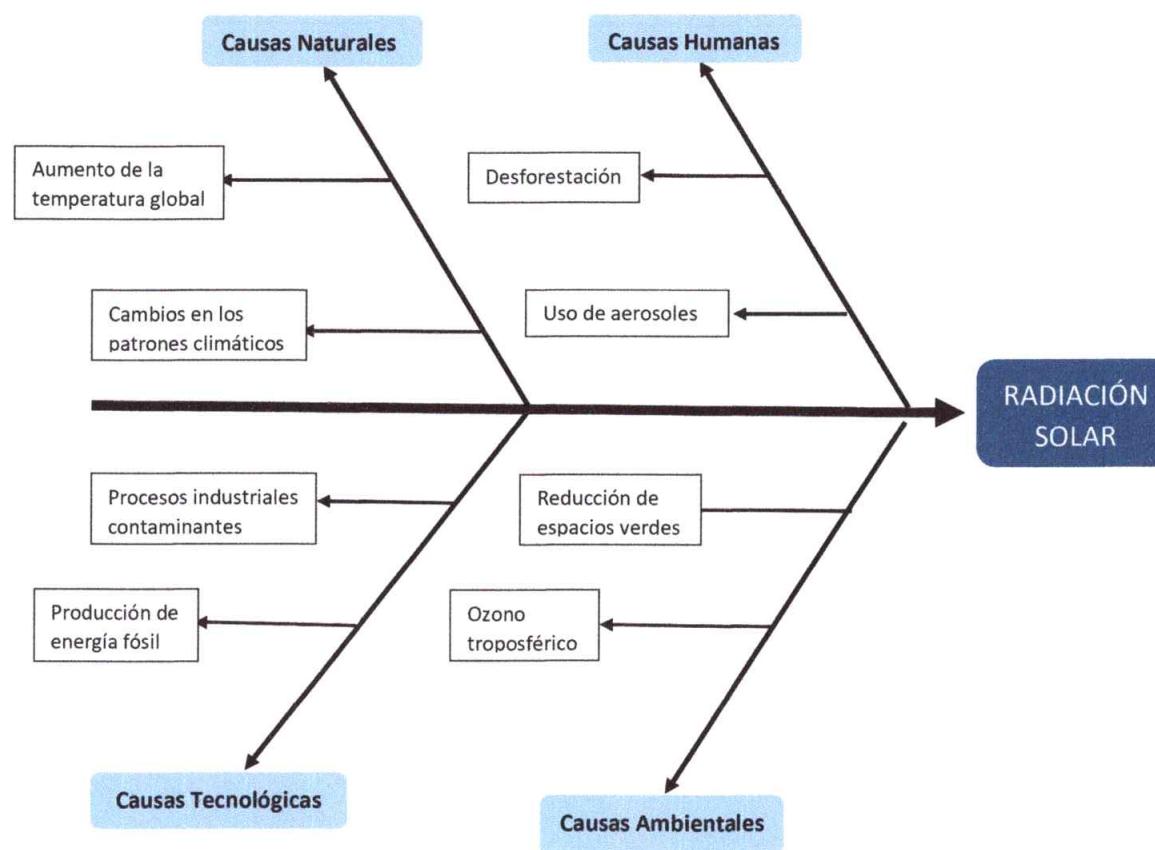
Las redes de sensores inalámbricos WSN, por sus siglas en inglés ofrecen soluciones innovadoras para el monitoreo ambiental, permitiendo recopilar datos en tiempo real desde ubicaciones remotas. En este contexto, la necesidad de implementar una red WSN para el monitoreo de la radiación solar en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, surge como una respuesta a los desafíos asociados con el manejo y análisis de datos solares en zonas específicas. El diagrama causa-efecto es una herramienta clave para identificar las limitaciones de los sistemas actuales de monitoreo y comprender cómo la integración de una WSN puede optimizar la recolección y procesamiento de datos.

El monitoreo de la radiación solar no solo es esencial para estudios energéticos y climáticos, sino que también constituye una base fundamental para proyectos de sostenibilidad y aprovechamiento de energías renovables. El objetivo de esta investigación es desarrollar un modelo escalable de red de sensores inalámbricos, adaptado a las necesidades específicas de la extensión universitaria en Chone, que facilite el monitoreo eficiente y en tiempo real de la radiación solar. Para ello, se propone un diseño que sea adaptable y que considere tanto las características físicas de la región como las necesidades operativas de la universidad.

La utilización de técnicas de análisis de datos y visualización será clave para interpretar la información recolectada, permitiendo a los usuarios comprender mejor los patrones de radiación solar y su impacto en el entorno. Además, la capacitación del personal y estudiantes en el manejo de esta tecnología asegurará un uso efectivo y sostenible del sistema. En este sentido, la implementación de la WSN se presenta como una oportunidad valiosa para promover la educación ambiental y el uso responsable de los recursos naturales en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

1.2 Diagrama causa – efecto del problema

Ilustración 1. Diagrama causa – efecto del problema



Elaborado por: Chavarria, J & Valencia, E. (2025).

1.3 Planteamiento y formulación del problema

1.3.1 Ubicación:

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, se destaca no solo por su ubicación privilegiada en la ciudad de Chone, sino también por su papel significativo en la intersección entre la academia y el sector productivo. Esta extensión universitaria se sitúa en una región caracterizada por su riqueza agrícola y ganadera, lo que le otorga un contexto único para la formación de profesionales que puedan responder a las necesidades locales.

La cercanía a fincas, cooperativas y empresas del sector agrícola permite a los estudiantes participar en proyectos de investigación que tienen un impacto directo en la comunidad. Estas iniciativas no solo enriquecen el aprendizaje práctico, sino que también promueven un enfoque de educación inclusiva y contextualizada, donde los alumnos pueden aplicar sus conocimientos teóricos a situaciones reales. Este tipo de experiencia es crucial para desarrollar competencias que son valoradas en el mercado laboral, como la capacidad de resolver problemas y trabajar en equipo.

1.3.2 Problematicación

La falta de un sistema de monitoreo de radiación solar en la ULEAM, Extensión Chone, no es un problema aislado, sino que se inscribe en un contexto más amplio de desafíos relacionados con la gestión energética, la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático. En un mundo cada vez más afectado por el cambio climático, la recolección de datos precisos sobre la radiación solar se vuelve esencial para optimizar el uso de recursos renovables y fomentar una transición hacia energías limpias.

La implementación de una red de sensores inalámbricos permitiría captar información en tiempo real, facilitando la toma de decisiones informadas sobre el aprovechamiento de la energía solar. Este sistema no solo beneficiaría a los estudiantes del bloque B al enriquecer la investigación, sino que también podría servir como un modelo de referencia para otras instituciones en la región. Al integrar estos datos en una plataforma accesible, se promovería la sensibilización y participación de la comunidad en la gestión ambiental.

1.3.3 Génesis del problema

Es importante destacar que este panorama está cambiando rápidamente, y cada vez más instituciones educativas están reconociendo la importancia de contar con datos precisos sobre el clima y el medio ambiente para tomar decisiones informadas y contribuir a un futuro más sostenible.

1.3.4 Estado actual del problema

El problema de la ausencia de un sistema de monitoreo de radiación solar en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, persiste a pesar de los avances tecnológicos y la creciente conciencia sobre la importancia de las energías renovables.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar una red de sensores inalámbricos, para recopilar y permitir datos de radiación solar, mediante componente que permitan la mejora de calidad de vida de los estudiantes.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diseñar la arquitectura de redes de sensores inalámbricos, incluyendo la selección de sensores, nodos y protocolos de comunicación.
- Construir el sistema de redes de sensores inalámbricos en el campus universitario, considerando la ubicación óptima de los sensores y nodos.
- Capacitar a los estudiantes y personal de la universidad en la operación y mantenimiento de las redes de sensores inalámbricos.

1.5 Justificación

Dada la creciente necesidad de impulsar un desarrollo sostenible para los estudiantes, la implementación de una red de sensores inalámbricos para el monitoreo de la radiación solar en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, bloque B, se vuelve esencial. El aprovechamiento de fuentes de energía limpia y renovable, como la solar, se presenta como una estrategia clave para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar los impactos del cambio climático. Por ende, la implementación efectiva de tecnologías solares requiere un conocimiento preciso y detallado de los patrones de radiación solar en el área específica de la universidad.

Este trabajo de investigación se enfoca como una respuesta a esta necesidad, proporcionando datos confiables y en tiempo real sobre los niveles de radiación solar en el campus universitario. Por ello esta información permitirá a la institución tomar decisiones informadas y estratégicas en materia de eficiencia energética, como la instalación de paneles solares, el diseño de edificaciones sostenibles y la promoción de prácticas responsables en el consumo de energía. También, el proyecto contribuirá a la formación de profesionales capacitados en el campo de las energías renovables y las tecnologías de monitoreo, impulsando el desarrollo local y la innovación en la región.

La relevancia de esta investigación trasciende el ámbito universitario, ya que sus resultados pueden ser utilizados como referencia para otros proyectos de energía solar en la zona. El monitoreo continuo de la radiación solar permitirá evaluar el potencial de generación de energía solar en la región, lo que podría impulsar la inversión en proyectos de mayor envergadura y contribuir a la diversificación de la matriz energética local.

En síntesis, este proyecto busca sentar las bases para un futuro más sostenible en Chone, donde la energía solar juegue un papel trascendental en el desarrollo económico y social de la comunidad.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Redes de sensores

El sensor es usado para convertir una magnitud física, tal como la temperatura, en una magnitud eléctrica, tal como el voltaje y de esa manera poder medirla por un equipo o circuito electrónico. Hay sensores para casi todas las magnitudes físicas, y en el caso que nos interesa, para medir la irradiancia o magnitud de la radiación solar ultravioleta incidente. La salida de un sensor por lo general es una magnitud analógica, que debe ser convertida a digital para ser procesada de mejor manera de mejor manera y se la pueda visualizar con comodidad en pantalla de cristal líquido. (Ramirez, 2022, pág. 31)

2.1.1 Las redes de sensores inalámbricos

Las redes inalámbricas de sensores, Wireless Sensor Network (WSN), según sus siglas en inglés, se basan en dispositivos de bajo coste y consumo (nodos) que son capaces de obtener información de su entorno, procesarla localmente, y comunicarla a través de enlaces inalámbricos hasta un nodo central de coordinación. Los nodos actúan como elementos de la infraestructura de comunicaciones al reenviar los mensajes transmitidos por nodos más lejanos hacia al centro de coordinación (Comas et al., 2018).

Las redes de sensores son un grupo de aparatos físicos, situados de manera estratégica dependiendo de la aplicación o el servicio para el que se diseñó la red. Su propósito es asegurar la forma más eficiente de recolectar los datos para su transmisión futura. Este grupo de aparatos está concebido para recopilar, manejar y guardar datos concretos de algún fenómeno físico, climático, ambiental, entre otros. Este tipo de redes son automáticas, es decir, que deben estar creadas de tal forma que ante cualquier eventualidad, la misma red pueda solucionar cualquier percance, de tal manera que, rara vez una persona intervenga para su mantenimiento, por lo que, suelen tener un tiempo de vida de varios años, siempre y cuando la red esté correctamente diseñada (Orozco & Ordoñez, 2019).

Tal como se ha señalado anteriormente por dichos autores, las redes están compuestas por nodos de bajo coste y consumo que recogen información del entorno, aquello disponen estratégicamente según de acuerdo de la red, la cual están diseñadas para ser automáticas, lo que permite que operen de manera independiente, por ende, representan una solución innovadora para la monitorización y gestión de datos en diversas aplicaciones.

2.1.2 Importancia de las redes de sensores inalámbricos

Las redes de sensores inalámbricos (WSN) son cruciales en el contexto del Internet de las cosas (IoT) debido a su capacidad para conectar y comunicar dispositivos en tiempo real de manera eficiente. Estas redes, compuestas por sensores autónomos distribuidos, permiten la recolección y transmisión de datos con un consumo energético mínimo, lo que es primordial en aplicaciones que requieren monitoreo constante, como en la agricultura, la salud y la gestión de recursos. Al proporcionar conectividad a "objetos inteligentes", las redes de sensores inalámbricos facilitan la automatización y el control remoto, mejorando la eficiencia operativa en diversos sectores. Las redes de sensores inalámbricos son un componente esencial para habilitar un entorno interconectado, donde la recopilación de datos y el análisis en tiempo real son importantes para la toma de decisiones informadas (Cama et al., 2012).

Las Redes de Sensores Inalámbricos son fundamentales para la monitorización de entornos inaccesibles, utilizando pequeños dispositivos llamados "motes". Estos sensores autónomos, alimentados por baterías recargables, se comunican a través de protocolos de bajo consumo como *ZigBee*, formando redes malladas que optimizan la transmisión de datos. Su diseño permite un funcionamiento prolongado en estado de latencia, lo que los hace ideales para aplicaciones críticas como la detección de incendios y el monitoreo de ríos, contribuyendo así a la prevención de desastres. La adaptabilidad de estos dispositivos resalta su eficacia en la recopilación de información, permitiendo respuestas rápidas ante emergencias, también las Redes de Sensores Inalámbricos son una solución tecnológica innovadora con un impacto positivo en la seguridad y la sostenibilidad (Gascón, 2010).

De acuerdo con lo mencionado por los autores, aquello es crucial porque permite la conexión y comunicación eficiente de dispositivos en tiempo real. También su adaptabilidad hace ideal para monitorizar entornos difíciles, contribuyendo a la prevención de desastres y mejorando la seguridad. En síntesis, las Redes de Sensores Inalámbricos son esenciales para un entorno interconectado, impactando positivamente en la sostenibilidad y la gestión de recursos.

2.1.3 Características de las Redes de Sensores Inalámbricos

A continuación se presenta las principales características de este tipo de redes:

“Características de las Redes de Sensores Inalámbricos”

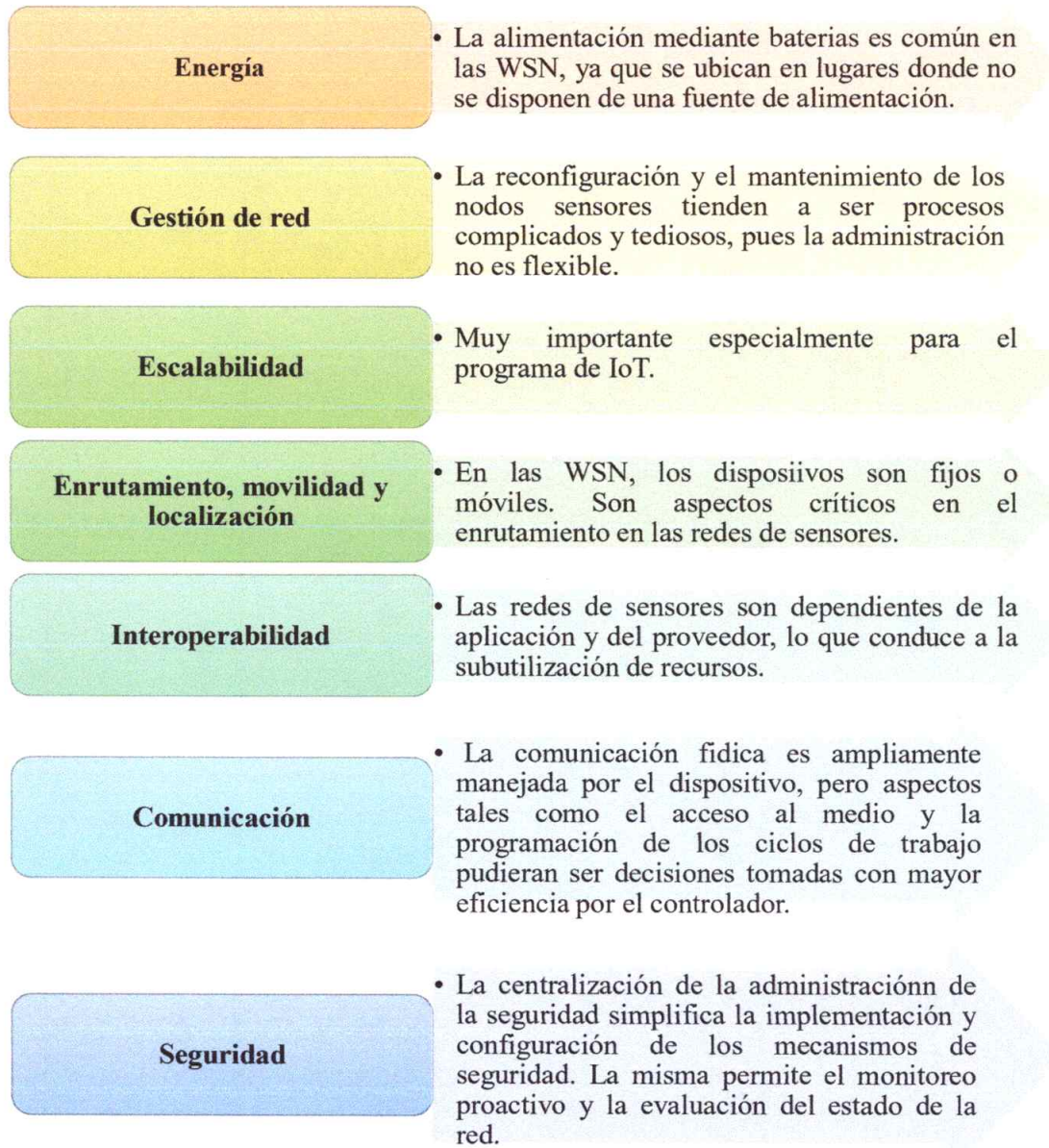
- Reducido consumo
- Menor coste
- Tamaño
- Funcionamiento autónomo
- Mantenimiento bajo
- Autoorganización como red Ad-hoc
- Capacidad de procesamiento distribuido
- Fiabilidad
- Cobertura limitada
- Severas restricciones de energía
- Pequeña capacidad de almacenamiento y procesamiento

2.1.4 Principales retos de las Redes de Sensores Inalámbricos que se pueden resolver con SDN

Las redes definidas por software se presentan como una alternativa para abordar los desafíos que enfrentan las WSN. A continuación, se abordarán los problemas más comunes y críticos, así como la manera en que este nuevo enfoque puede ayudar a resolverlos:

Ilustración 1.

Principales retos de las Redes de Sensores Inalámbricos



Nota. La ilustración muestra los principales retos de las redes de sensores, según (Romero et al., 2020).

2.1.5 Nodos

Las Redes de Sensores Inalámbricos se componen de nodos sensores y actuadores, estos deben contar con línea de vista a pesar de la corta distancia de separación, para la transmisión correcta de datos; ya que los posibles obstáculos podrían generar pérdida de información y por tanto posibles errores de las mediciones de variables climáticas. Los nodos sensores son

aquellos que tienen como funcionan básica la de recolectar las señales externas provenientes de los diversos sensores y enviarlas hacia un nodo coordinador gracias a un transmisor RF insertado en los mismos (Quezada et al., 2017).

Los nodos sensores son dispositivos diseñados para captar señales externas mediante diversos sensores y transmitir esta información a un nodo coordinador. Cada nodo sensor está equipado con un transmisor de radiofrecuencia (RF), que facilita esta comunicación. Por otro lado, los nodos coordinadores funcionan como dispositivos concentradores y de enrutamiento, recolectando las señales de múltiples nodos sensores ubicados en áreas específicas, como cultivos. A través de protocolos de red, principalmente IPv6, estos nodos coordinadores envían la información recopilada hacia una estación base, la cual puede estar situada a nivel local o remoto. Este enrutamiento es esencial para garantizar que los datos sean procesados adecuadamente y que las decisiones se tomen en tiempo real (Alarcón et al., 2022).

2.1.6. Ventajas y desventajas de las redes de sensores inalámbricos

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las redes de sensores inalámbricos

Ventajas	Desventajas
Las Redes de Sensores Inalámbricos superan a los sistemas de vigilancia por cable por su confort, confiabilidad, accesibilidad y sencillez de implementación.	Las WSN se topan con desafíos como un ancho de banda restringido, un alto consumo energético, costos altos de los nodos, modelos de despliegue y limitaciones en el diseño de hardware/software.
Las Redes Inalámbricas de Sensores suprimen la necesidad de cables o soportes.	Las redes inalámbricas de sensores son propensas a ser pirateadas.
Facilita el control unificado de todos los nodos de la Red de Sensores Inalámbricos.	Desarrollar Redes de Sensores Inalámbricos resulta costoso.
Facilita la incorporación de nuevos nodos o aparatos para potenciar su capacidad de escalabilidad.	Toda la red puede apagarse en las Redes de Sensores Inalámbricos basadas en topología en estrella si falla el nodo central.

Nota. La tabla muestra las ventajas y desventajas de las WSN, Tomadas de (Shethi, 2024).

2.1.6 Tipos de dispositivos en Redes de Sensores Inalámbricos

Según Tapia (2022) menciona que, los tipos de dispositivo que conforman de las redes de sensores inalámbricos son los siguientes:

- **Dispositivos de función completa:** Llamados FDD (Full Function device) por sus siglas en inglés, como indica su nombre estos dispositivos tienen la capacidad de tener varias funciones por lo que son usados en las redes ZigBee como coordinadores o routers.
- **Dispositivos de función reducida:** Los FDD (Full Function device) son dispositivos que están limitados solo a comunicarse con los demás dispositivos de la red como coordinadores en topología estrella o con los routers en topología clúster y malla, adicional, estos dispositivos pueden hacer uso de la función llamada “sleep” la cual permite que se ahorre energía de la batería que alimenta al nodo, siendo posible un consumo muy bajo.

En síntesis, estos dispositivos tanto el de función completa, son esenciales por su versatilidad, mientras que el de función reducida, son limitados a la comunicación con los nodos, ambos son claves para desarrollar redes robustas y sostenibles.

2.2 Radiación Solar

Nuestra estrella, el Sol, emite un conjunto de radiaciones electromagnéticas que se conoce como Radiación solar. La energía liberada por el Sol debido a las reacciones nucleares se transmite al espacio sideral y una minúscula parte de ella llega a nuestro planeta. El espectro de esta radiación abarca desde el infrarrojo, la luz visible y el ultravioleta. Gracias a la protección de la atmósfera de la Tierra, y en especial, a la capa de Ozono, las radiaciones ultravioletas más dañinas son absorbidas y no llegan a la superficie. La irradiancia es la magnitud de la radiación solar y se mide en W/m^2 . (Ramirez, 2022, pág. 30)

2.2.1 Monitoreo de la radiación solar

Es esencial en el diseño del sistema fotovoltaico identificar la cantidad de luz solar disponible en un sitio específico. Los dos procedimientos más habituales que definen la radiación solar son la radiación solar (o radiación) y la insolación solar. La radiación solar es una densidad de potencia instantánea en unidades de kW/m^2 . La radiación solar varía a lo largo del día desde $0 kW/m^2$ por la noche a un máximo de aproximadamente $0 kW/m^2$ por la noche a un máximo de aproximadamente $1 kW/m^2$ (Cruz et al., 2018).

2.2.2 Importancia de la radiación solar

La radiación solar puede ser vista como el elemento ambiental más relevante en las cosechas bajo invernadero, ya que afecta procesos vinculados con la fotosíntesis, los equilibrios de agua y energía, así como el desarrollo y crecimiento del cultivo. Por lo tanto, la gestión de la radiación solar en la producción bajo invernadero es indudablemente una de las tareas más relevantes en la Horticultura Protegida. Esta relevancia se basa en la correlación directa entre la producción de materia seca y el rendimiento con la cantidad de radiación que el cultivo intercepta. La radiación solar representa el suministro de energía que las plantas emplean en el proceso de fotosíntesis, y la eficacia de su uso por parte de las plantas se basará en la longitud de onda (Intagri, 2016).

En síntesis, la radiación solar es crucial para el crecimiento de los cultivos bajo invernadero, ya que afecta procesos vitales como la fotosíntesis y el equilibrio hídrico, también, la eficacia con la que las plantas utilizan esta energía varía según las longitudes de onda de la luz solar, lo que subraya la necesidad de gestionar correctamente la iluminación en la horticultura protegida.

2.2.3 Radiación solar terrestre

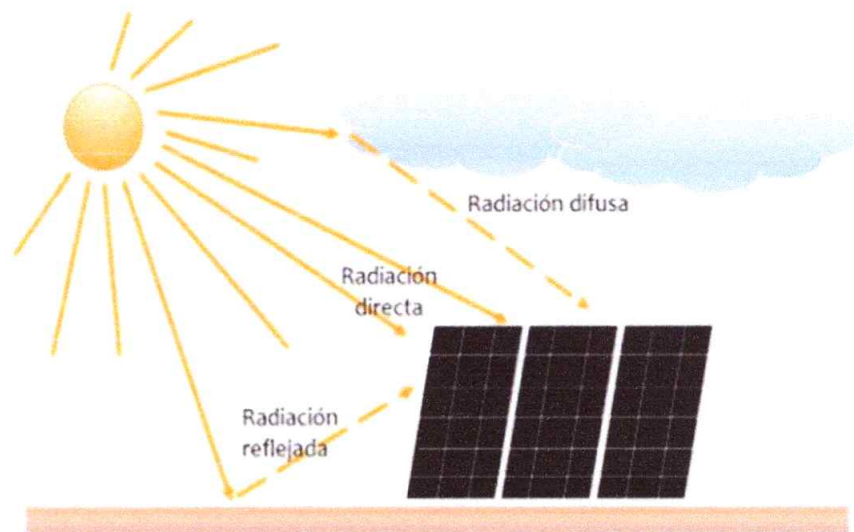
En la atmósfera se refleja parte de la radiación que llega del sol, y otra parte se absorbe, a la superficie de la tierra llega, de manera lógica una cantidad menor que la que se tiene en el exterior de la atmósfera. Siendo de unos 900 W/m^2 , la cual varía en dependencia de la hora del día, del día del mes y del mes del año.

Para especificar la Radiación Solar Terrestre, es necesario definir los siguientes conceptos:

- **Radiación Solar Directa:** Es la radiación que incide directamente del sol.
- **Radiación Solar Difusa:** Es la radiación dispersada por los agentes atmosféricos (nubes, polvo, etc.)
- **Radiación Solar Reflejada (albedo):** Es la radiación reflejada por el suelo o por los objetos cercanos.

La radiación solar total sobre la superficie terrestre es la suma de estas tres componentes y es la que se mide con un medidor de radiación solar llamado piranómetro. (Vásquez, 2019)

Ilustración 2. Radiación Solar terrestre



Nota. La ilustración muestra la Radiación Solar terrestre, según (Vásquez, 2019).

2.2.4 Factores que influyen en el índice de la radiación solar ultravioleta que llega a un determinado punto de la superficie terrestre

Según (Rodés et al., 2007), la dosis de radiación solar en un determinado momento depende de varios factores:

- **Hora del día:** los rayos UV son más potentes entre 10 a.m. y 4 p.m.
- **Temporada del año:** los rayos UV son más potentes durante los meses de la primavera y el verano. Este es un factor menos importante cerca del ecuador.
- **Distancia desde el ecuador (latitud):** la exposición a UV disminuye a medida que se aleja de la línea ecuatorial.
- **Altitud:** más rayos UV llegan al suelo en elevaciones más altas.
- **Formación nubosa:** el efecto de las nubes puede variar, ya que a veces la formación nubosa bloquea a algunos rayos UV del sol y reduce la exposición a rayos UV, mientras que algunos tipos de nubes pueden reflejar los rayos UV y pueden aumentar la exposición a los rayos UV. Lo que es importante saber es que los rayos UV pueden atravesar las nubes, incluso en un día nublado.
- **Reflejo de las superficies:** los rayos UV pueden rebotar en superficies como el

agua, la arena, la nieve, el pavimento, o la hierba, lo que lleva a un aumento en la exposición a los rayos UV.

2.2.5 Solmáforo

Es un aparato que mide los niveles de radiación ultravioleta, alertando a la población por medio de un código basado en 5 colores determinados por la Organización Mundial de la Salud, OMS. También puede ser llamado semáforo de sol.

Los filtros ultravioletas (UV) y sensores ópticos del Solmáforo: Miden el nivel de radiación y entregan la intensidad según una carta de colores establecida por la Organización Mundial de la Salud. Los colores son: verde (bajo), amarillo (medio), naranja (alto), rojo (peligroso) y violeta (extremo). Los solmáforos son utilizados para prevenir a la población de los peligros de la radiación ultravioleta. En particular, monitorean la banda UV-B, que es peligrosa para la vida y la salud humana, que puede provocar cáncer a la piel, melanomas, cataratas y afectar el sistema inmunitario, debilitándolo. (Ramirez, 2022, pág. 30)

Tabla 2. Categoría de exposición a la Radiación Solar Global e Índice UV

Categoría De Exposición	Índice IUV	Radiación Solar Global [W/m ²]
Muy Baja	0 a 3	0 a 349
Baja	4 a 5	350 a 549
Moderada	6 a 7	550 a 749
Alta	8 a 10	750 a 1048
Muy Alta	11 a 15	1049 a 1548
Extremadamente Alta	16 +	1549 +

Nota. La tabla muestra la Categoría de exposición a la Radiación Solar Global e Índice UV, según (Lema y Zuleta, 2015).

Tabla 3. Niveles de alerta y recomendaciones

Índice IUV															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
No necesita protección					Necesita protección					Necesita protección					
Puede permanecer en el exterior sin riesgo					Manténgase a la sombra durante las horas centrales del día					Evite salir durante las horas centrales del día					
					Póngase camisa, crema de protección solar y sombrero					Busque la sombra					
										Son imprescindibles: camisa, crema de protección solar, gafas, sombrero					

Nota. La tabla muestra la Categoría de exposición a la Radiación Solar Global e Índice UV, según (Lema y Zuleta, 2015).

2.2.6 Instrumento de medición

Todo medidor de radiación solar posee un error, debido a la dirección del rayo incidente de radiación solar conocido como error, debido al coseno del ángulo cenital. En primer lugar, es necesario recordar que el camino óptico que la radiación tiene que atravesar, aumenta a medida que se incrementa su ángulo de incidencia sobre el medidor y, en segundo lugar, el ángulo de aceptación de cada sensor (Cely et al., 2008).

Si no se conoce la radiación solar promedio de un sitio es posible subdimensionar o sobredimensionar el sistema fotovoltaico, ocasionando pérdidas económicas y/o un desaprovechamiento del recurso solar (Sepúlveda, 2014).

Según lo mencionado por dichos autores, los instrumentos de medición son equipos diseñados para cuantificar magnitudes, por lo tanto, su función es proporcionar un número que refleje la relación entre el objetivo y la unidad de referencia.

2.2.7 Características de los instrumentos de medición

Las características más relevantes para considerar de un instrumento de medición son las siguientes:

Tabla 4. Características de los instrumentos de medición

Precisión:	Capacidad del instrumento para proporcionar mediciones cercanas al valor verdadero. Una alta precisión minimiza el error en los resultados.
Exactitud:	Grado en el que las mediciones se ajustan al valor real o estándar. Un instrumento exacto proporciona resultados consistentes y confiables.
Sensibilidad:	Habilidad del instrumento para detectar cambios pequeños en la magnitud que se mide. Una mayor sensibilidad es crucial para mediciones finas.
Rango de Medición:	Intervalo de valores que el instrumento puede medir. Debe ser adecuado para el tipo de medición que se necesita realizar.
Repetibilidad:	Capacidad del instrumento para obtener el mismo resultado bajo las mismas condiciones en múltiples intentos. Indica la estabilidad del instrumento.
Calibración:	Proceso de ajustar el instrumento para asegurar que las mediciones sean precisas y exactas. Debe realizarse regularmente para mantener su fiabilidad.
Facilidad de Uso:	Un buen instrumento debe ser intuitivo y fácil de operar, permitiendo a los usuarios obtener resultados sin complicaciones.
Durabilidad:	Resistencia del instrumento a condiciones adversas, como temperaturas extremas, humedad o impactos, que podrían afectar su funcionamiento.
Portabilidad:	Capacidad de ser transportado y utilizado en diferentes ubicaciones sin perder precisión.
Mantenimiento:	Facilidad con la que el instrumento puede ser limpiado y mantenido para asegurar su rendimiento a largo plazo.

Nota. La tabla muestra las características de los instrumentos de medición, según (Franco, 2017).

2.2.8 Métodos de monitoreo

Los métodos de monitoreo son herramientas esenciales para evaluar y supervisar el desempeño de un sistema o proceso. Entre los más comunes se encuentran la observación directa, que permite recoger datos en tiempo real, y el análisis de datos cuantitativos, que proporciona métricas precisas. También se utilizan encuestas y entrevistas para obtener información cualitativa sobre experiencias y percepciones. La tecnología juega un papel crucial, ya que herramientas como sensores y software de análisis facilitan un seguimiento más efectivo.

Ilustración 3. Tipos de métodos de monitoreo



Nota. La ilustración muestra los tipos de métodos de monitoreo, según (Valles, 2019).

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Investigación mixta

El presente estudio se enmarca en un enfoque mixto, combinando elementos de la investigación cuantitativa y cualitativa para obtener una comprensión integral del fenómeno estudiado. Se utilizará un diseño de triangulación concurrente, donde se recopilarán y analizarán datos cuantitativos y cualitativos de forma simultánea.

En la fase cuantitativa, se implementará una red de sensores inalámbricos para registrar datos precisos sobre la radiación solar en la entrada del bloque B de la extensión universitario. Estos datos serán analizados mediante técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales para identificar patrones y tendencias en la variación de la radiación solar.

Igualmente, en la fase cualitativa, se realizarán entrevistas mediante una encuesta a estudiantes y personal de la universidad para explorar sus percepciones sobre el confort térmico, el uso de los espacios exteriores y el impacto de la radiación solar en su vida cotidiana. El análisis de las entrevistas se basará en la codificación abierta y axial para identificar temas y patrones recurrentes en las narrativas de los participantes.

La combinación de los resultados cuantitativos y cualitativos permitirá obtener una visión más completa y contextualizada del fenómeno estudiado, enriqueciendo la interpretación de los datos y la formulación de conclusiones. Este enfoque mixto contribuirá a generar un conocimiento más robusto y aplicable para la toma de decisiones en la universidad, optimizando el uso de las instalaciones y mejorando la calidad de vida de la comunidad universitaria.

3.1.2 Investigación aplicada

La investigación aplicada se centra en encontrar soluciones a problemas reales y mejorar la vida de las personas, en lugar de solo generar conocimiento teórico busca aplicar ese conocimiento en situaciones específicas.

Este proyecto de titulación se enmarca dentro de la investigación aplicada, ya que su objetivo principal es resolver un problema específico en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, bloque B, donde se evidencia la falta de información sobre la radiación solar y su impacto en la universidad.

A diferencia de la investigación básica, que busca generar conocimiento teórico sin una

aplicación inmediata, este estudio se centra en la aplicación práctica de la tecnología de redes de sensores inalámbricos para recopilar datos sobre la radiación solar.

3.2 Métodos de investigación

3.2.1 Método inductivo-deductivo

Este método nos ayudará a comprender la radiación solar en la extensión a partir de la observación de datos concretos. Los sensores, ubicados en la entrada del bloque B, registrarán los niveles de radiación en diferentes momentos del día.

A partir del análisis de estos datos específicos, analizaremos las regularidades en los niveles de radiación solar durante diferentes épocas del año. Por ejemplo, podremos determinar si la radiación es más intensa durante ciertas horas del día o si existen variaciones significativas en función de las condiciones climáticas.

Con esta información, podremos formular conclusiones generales sobre el comportamiento de la radiación solar en la extensión Chone. Estas conclusiones nos servirán como base para tomar decisiones sobre cómo optimizar el uso de los espacios, mejorar la eficiencia energética y proteger la salud de la comunidad universitaria.

3.2.2 Método inductivo-deductivo

Este método nos permitirá comprender el funcionamiento de la red de sensores inalámbricos que utilizaremos para monitorear la radiación solar.

Analizaremos cada componente de la red por separado: los sensores de radiación, los nodos de comunicación, el sistema de almacenamiento de datos, etc. Estudiaremos las características, el funcionamiento y las especificaciones técnicas de cada elemento.

Integraremos estos componentes para comprender cómo funciona la red en su conjunto. Analizaremos cómo se interrelacionan los diferentes elementos, cómo se transmiten los datos y cómo se procesa la información para obtener resultados precisos y confiables.

Este análisis nos permitirá evaluar la eficacia de la red de sensores para el monitoreo de la radiación solar, identificar posibles limitaciones y optimizar su funcionamiento. Por ejemplo, podríamos determinar si la ubicación en la entrada del bloque B es óptima para la recepción de la señal o si es necesario realizar ajustes en la configuración de la red.

3.3 Fuentes de datos

3.3.1 Fuentes primarias

Datos de la red de sensores inalámbricos: La principal fuente de datos primarios serán las mediciones de radiación solar obtenidas directamente por la red de sensores instalada en la entrada del bloque B de la extensión Chone. Estos datos proporcionarán información cuantitativa sobre los niveles de radiación en tiempo real.

3.3.2 Fuentes secundarias

Artículos científicos: Se consultarán artículos científicos y publicaciones académicas sobre temas relacionados con la radiación solar, redes de sensores inalámbricos, eficiencia energética y sostenibilidad en el ámbito educativo.

Libros y documentos académicos: Se revisarán libros, monografías y documentos académicos que aborden conceptos teóricos y estudios previos relevantes para la investigación.

Normativas y estándares: Se consultarán normativas nacionales e internacionales sobre la medición de la radiación solar, la seguridad en el uso de dispositivos electrónicos y la implementación de sistemas de energía renovable.

Información institucional: Se recopilará información de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí sobre planos de la extensión, políticas de sostenibilidad, datos de consumo energético, etc.

3.4 Técnicas e Instrumentos de la investigación

3.4.1 Técnicas

Medición directa: Se utilizarán los sensores de la red inalámbrica para obtener mediciones de la radiación solar en tiempo real.

Observación: Se registrarán las condiciones ambientales (nubosidad, hora del día, etc.) en el momento de la recolección de datos para contextualizar las mediciones.

Revisión documental: Se consultarán fuentes secundarias, como artículos científicos, libros y documentos académicos, para obtener información relevante sobre la radiación solar y su impacto.

3.4.2 Herramientas

Red de sensores inalámbricos: Compuesta por sensores de radiación, nodos de

comunicación y una estación base para la recepción y almacenamiento de datos.

Software de monitoreo: Plataforma para la visualización y análisis de los datos recolectados por la red de sensores.

Herramientas de análisis estadístico: Software para el procesamiento y análisis de los datos cuantitativos (e.g., Excel, SPSS).

3.4.3 Instrumentos

Sensores de radiación: Dispositivos para medir la intensidad de la radiación solar.

Nodos de comunicación: Dispositivos que transmiten las mediciones de los sensores a la estación base.

Estación base: Equipo que recibe, almacena y procesa los datos de la red de sensores.

Software de monitoreo: Herramienta para visualizar y analizar los datos en tiempo real, generar gráficos e informes.

Fichas de registro: Formatos para registrar las condiciones ambientales durante la recolección de datos.

Esta estrategia operacional permitirá obtener datos precisos y confiables sobre la radiación solar en la extensión Chone, facilitando el análisis y la interpretación de los resultados.

3.5 Análisis y Presentación de los Resultados

3.5.1 Tabulación y análisis de los datos

En el marco del proyecto integrador se llevó a cabo una encuesta dirigida a estudiantes, docentes y personal administrativo universitario con el fin de conocer sus percepciones, conocimientos y grado de aceptación respecto a la implementación de esta tecnología en el entorno académico.

Este proceso de tabulación y análisis de datos tiene como propósito recopilar información relevante que permita fundamentar técnica y socialmente la viabilidad del proyecto. Para ello, se diseñó una encuesta estructurada en varias preguntas cerradas, orientadas a medir la familiaridad de los estudiantes con los equipos de medición de radiación solar, la importancia que asignan al monitoreo en la universidad.

El análisis de estos se realizará mediante una revisión detallada de las respuestas obtenidas, acompañada de estadísticas descriptivas e interpretaciones orientadas a identificar

tendencias, necesidades y oportunidades. De esta forma, los resultados contribuirán a fortalecer el objetivo general del proyecto: implementar una red de sensores inalámbricos para recopilar datos de radiación solar, mediante componentes que permitan mejorar calidad de vista de los estudiantes.

Esta fase diagnóstica no solo sustenta la pertinencia del proyecto, sino que también permite alinear la solución tecnológica con las expectativas reales de la comunidad estudiantil, promoviendo así un enfoque participativo, sostenible e innovador en el uso de tecnologías emergentes para el monitoreo ambiental.

3.5.2 Presentación y descripción de los resultados obtenidos

1. Estoy familiarizado(a) con equipos de medición de radiación solar.



Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

Análisis: El 52,16 % de los encuestados tiene un bajo nivel de familiaridad con equipos de medición de radiación solar, siendo el 39,61 % poco familiarizado y el 12,55 % nada familiarizado. Un 30,20 afirma estar familiarizado y solo el 8,24 % se considera totalmente de familiarizado. Además, el 9,41 % se demuestra indiferente. Estos datos reflejan que la mayoría presentan conocimiento limitado, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la capacitación técnica para mejorar la comprensión y uso de estos equipos en contextos científicos o tecnológicos.

2. Considero importante la instalación de sensores de medición de la radiación solar en la universidad.

Totalmente importante	81
Importante	125
Indiferente	30
Poco importante	16
Nada importante	3

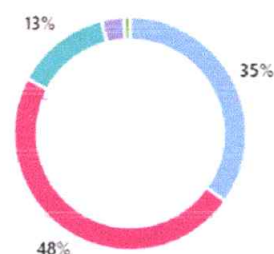


Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

Análisis: El 80,78 % de los encuestados considera que el tema es importante, con un 49,02 % que lo califica como importante y un 31,76 % como totalmente importante. Un 11,76 % se muestra indiferente, mientras que solo el 6,27 % lo percibe como poco importante y apenas el 1,18 % lo considera nada importante. Estos resultados reflejan una valoración mayoritariamente positiva, lo que indica una alta conciencia sobre la relevancia del tema. La baja proporción de respuestas negativas refuerza su reconocimiento general como aspecto prioritario.

3. Estoy de acuerdo que se instalen sistemas de monitoreo de radiación solar en mi área académica.

Totalmente de acuerdo	89
De acuerdo	122
Indiferente	34
En desacuerdo	8
Totalmente desacuerdo	2

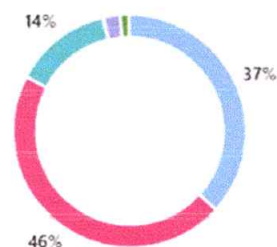


Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

Análisis: El 82,74 % de los encuestados está de acuerdo con la afirmación planteada, con un 47,84 % que expresó estar de acuerdo y un 34,90 % totalmente de acuerdo. El 13,33 % se mantiene indiferente, mientras que solo un 3,14 % está en desacuerdo y apenas el 0,78 % totalmente en desacuerdo. Estos resultados muestran un fuerte consenso positivo, lo que sugiere una alta aceptación o conformidad con la afirmación. La baja oposición refuerza la percepción favorable generalizada entre los participantes encuestados.

4. Me interesa conocer cómo se puede prevenir la exposición solar a partir de avisos de sensores de medición.

Totalmente de acuerdo	94
De acuerdo	117
Indiferente	35
En desacuerdo	6
Totalmente desacuerdo	3

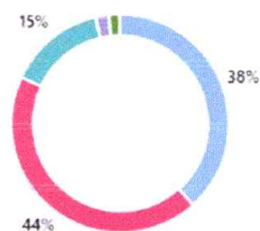


Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

Análisis: El 82.72 % de los encuestados está de acuerdo con la afirmación, distribuidos entre un 45,88 % que está de acuerdo y un 36,86 % que está totalmente de acuerdo. El 13,73 % se mantiene indiferente, mientras que un 2,35 está en desacuerdo y solo el 1,18 % totalmente desacuerdo. Estos resultados evidencian una percepción mayoritariamente positiva, reflejando una alta aceptación del enunciado evaluado. La baja proporción de desacuerdo sugiere un nivel mínimo de rechazo entre los participantes, lo que refuerza el consenso general observado.

5. Considero fundamental recibir capacitación sobre cómo los niveles de radiación afectan a la salud.

Totalmente de acuerdo	98
De acuerdo	111
Indiferente	37
En desacuerdo	5
Totalmente desacuerdo	4

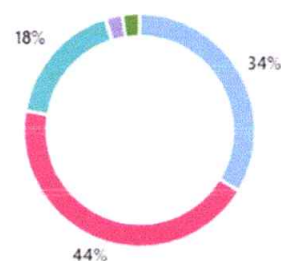


Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

Análisis: El 81,96 % de los encuestados está de acuerdo con la afirmación, compuesto por un 43,53 % que está de acuerdo y un 38,43 % totalmente de acuerdo. Un 14,51 % se mantiene indiferente, mientras que solo el 1,96 % está desacuerdo y el 1,57 % totalmente en desacuerdo. Estos resultados reflejan una clara tendencia positiva y un alto nivel de conformidad con la afirmación planteada. La escasa oposición evidencia una percepción favorable generalizada entre los participantes, con muy pocas respuestas que expresen desacuerdo o rechazo.

6. Estoy dispuesto(a) a participar en talleres o cursos sobre la prevención de enfermedades de piel, por medio del monitoreo de la radiación solar.

● Totalmente de acuerdo	86
● De acuerdo	112
● Indiferente	45
● En desacuerdo	6
● Totalmente desacuerdo	6

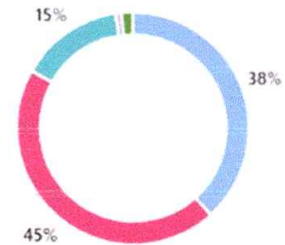


Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

Análisis: El 77,65 % de los encuestados está de acuerdo con la afirmación, con un 43,92 % que se mostró de acuerdo y un 33,73 % totalmente de acuerdo. Un 17,65 % se mantuvo indiferente, mientras que tanto el 2,35 % expresaron estar en desacuerdo o totalmente desacuerdo, respectivamente. Estos resultados reflejan una opinión mayoritariamente favorable, aunque con una ligera presencia de neutralidad. La baja proporción de desacuerdo indica que la afirmación cuenta con una aceptación general entre la mayoría de los participantes.

7. Creo que capacitar al personal y estudiantes mejorará el uso eficiente y sostenible de las redes de sensores instaladas en la universidad.

Totalmente de acuerdo	98
De acuerdo	114
Indiferente	37
En desacuerdo	2
Totalmente desacuerdo	4



Elaborado por: *Chavarria, J & Valencia, E. (2025).*

Análisis: El 83,14 % de los encuestados está de acuerdo con la afirmación, compuesto por un 44,71 % que está de acuerdo y un 38,43 % que está totalmente de acuerdo. Un 14,51 % se muestra indiferente, mientras que solo un 0,78 % está en desacuerdo y un 1,57 % totalmente desacuerdo. Estos resultados reflejan una percepción ampliamente positiva y un alto nivel de aceptación de la afirmación. La escasa proporción de respuestas negativas refuerza el consenso favorable entre la mayoría de los participantes encuestados.

CAPITULO IV: EJECUCIÓN DEL PROYECTO

4.1. Descripción del proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad poner en marcha un sistema con sensores inalámbricos para medir la cantidad de luz solar en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, exactamente en la entrada del bloque B. La idea principal es que ahora mismo no tenemos una manera adecuada de medir la cantidad de la luz solar, lo cual es importante para manejar la energía ya sea de manera eficiente, proteger el entorno y adaptarnos a los cambios del clima en nuestra área.

Lo que proponemos es poner en marcha la instalación de una red de sensores inalámbricos que nos ayuden a recolectar datos sobre la luz solar en tiempo real. Para conseguir esto, vamos a diseñar cómo funciona esta red, seleccionando los sensores y los dispositivos de comunicación más apropiados. Así mismo, parte del proyecto es enseñarles a los estudiantes y al personal de la Universidad sobre el uso.

Con este sistema de sensores, no solo tendremos información precisa que nos permitirá tomar decisiones sobre el aprovechamiento de la energía solar. También con esto haremos que las personas tomen conciencia sobre el medio ambiente. Además, estos datos nos servirán para aprovechar mejor la energía solar en general, por ejemplo, pensando si instalar paneles solares.

En resumen, este proyecto tiene la intención de establecer un camino hacia un futuro más sostenible en Chone, impulsando el progreso local, la innovación y actuando como modelo para otros proyectos de energía solar dentro de la zona.

Ilustración 4. *Entrada principal del bloque B, punto clave para el monitoreo solar y ubicación del solmáforo*



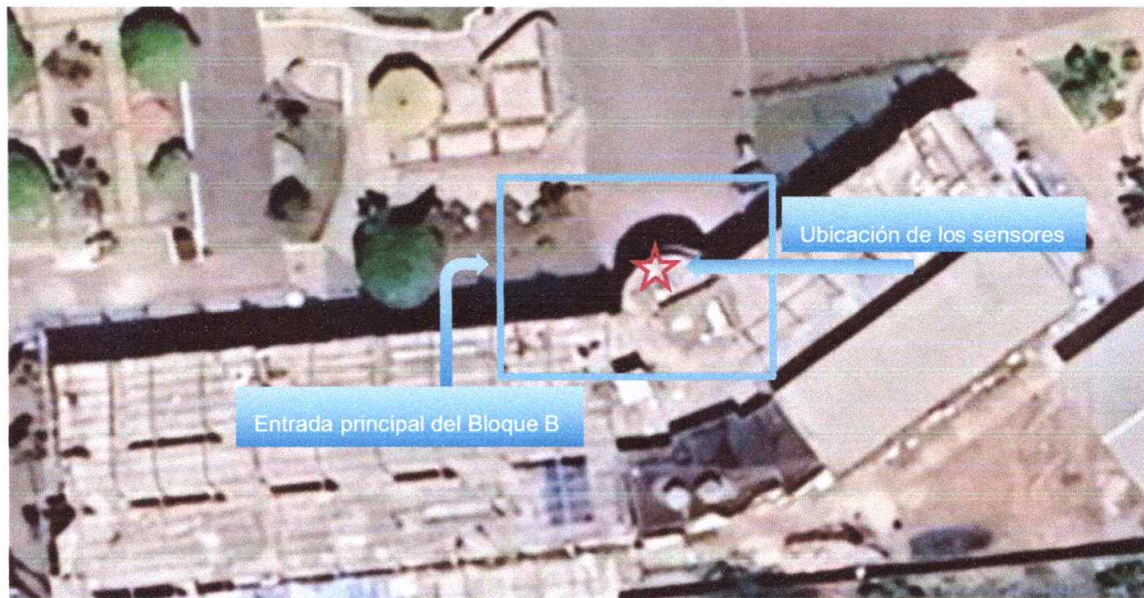
Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

4.2. Etapas de Ejecución del Proyecto

4.2.1. Fase I: Planificación

- **Instalación de la red de sensores:** Se instalará la red de sensores inalámbricos en la entrada del Bloque B de la extensión Chone, asegurando su correcta ubicación y configuración para la captura de datos de radiación solar.
- **Pruebas de funcionamiento:** Se realizarán pruebas de funcionamiento de la red de sensores para verificar la conectividad, la transmisión de datos y la precisión de las mediciones.
- **Capacitación del personal:** Se capacitará al personal encargado del manejo del software de monitoreo y la interpretación de los datos.

Ilustración 5. Ilustración del Bloque B de la Uleam Extensión Chone



Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

4.2.2. Fase II: Diseño y construcción

En esta etapa fundamental, se procederá a la definición de la arquitectura completa de la red de sensores inalámbricos, lo que implica una selección cuidadosa de los sensores más adecuados para la medición de la radiación solar. Se establecerán los protocolos de comunicación necesario para asegurar un flujo de datos eficientes y fiable en tiempo real. El diseño conceptual de esta red buscará la máxima adaptabilidad a las condiciones específicas del entorno universitario, integrando los principios de las redes de sensores (WSN) para optimizar la recopilación y el procesamiento de la información solar.

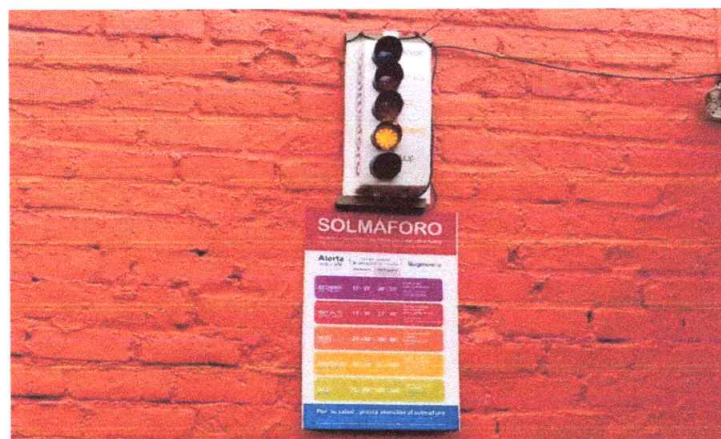
4.2.3. Fase III: Implementación

Esta etapa es cuando el sistema de sensores se hace realidad y se instala en la universidad. Nos enfocaremos en colocar los sensores y los nodos en los lugares ideales para que recojan la mayor cantidad de datos de la radiación solar posible.

- **Monitoreo continuo:** La red de sensores registrará datos de radiación solar de forma continua durante un periodo determinado.

- **Registro de condiciones ambientales:** Se registrarán las condiciones ambientales relevantes (nubosidad, hora del día, temperatura) en intervalos regulares o cuando se observen cambios significativos.
- **Almacenamiento de datos:** Los datos recolectados por la red de sensores se almacenarán de forma segura en la estación base y se realizarán copias de seguridad periódicas.

***Ilustración 6.** Ilustración del Solmáforo que se instalará en la entrada principal Bloque B*



Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

***Ilustración 7.** Planeación del Solmáforo que se instalará en la entrada principal Bloque B*



Elaborado por: Chavarría, J & Valencia, E. (2025).

4.2.4. Fase IV: Determinación de Recursos

En esta última etapa, vamos a ver qué recursos necesitamos y cómo vamos a gastar el dinero del proyecto, Además, haremos un control para asegurarnos que todo funcione bien a largo plazo.

4.2.4.1. Recursos Humanos

Los recursos humanos que se conforman directamente con el desarrollo del presente proyecto se indica en la siguiente tabla.

Tabla 5. Recursos Humanos

Recursos Humanos	Función
Autores	Chavarría Mecías Jean Carlos Valencia Castro Edwin Edú
Tutor	García Flores De Válgaz Galo Roberto

Nota. La tabla explica los recursos humanos que intervinieron de manera directa e indirecta en la creación de este proyecto integrador.

4.2.4.2. Recursos Tecnológicos

Los recursos tecnológicos que se utilizaron en el presente proyecto son:

Tabla 6. Recursos Tecnológicos

Recursos Tecnológicos	Función
Red de sensores inalámbricos	Captura y transmisión de datos de radiación solar.
Estación base (computador)	Recepción, almacenamiento y procesamiento de datos.
Software de monitoreo	Visualización, análisis y generación de reportes.
Software de análisis estadístico	Procesamiento y análisis de datos.
Herramientas de ofimática (procesador de textos, hojas de cálculo)	Exportar a Hojas de cálculo

Solmáforo	Dispositivo de medición de los niveles de radiación ultravioleta
-----------	--

Nota. La tabla detalla los recursos tecnológicos necesarios para la captura, procesamiento y análisis de datos de radiación solar.

4.2.4.3. Recursos Económicos

Dentro de los recursos económicos del presente proyecto se estiman los siguientes costos para su desarrollo:

Tabla 7. Recursos Económicos

Cantidad	Recursos	Costo unitario	Costo
1	Computador portátil	\$400	\$400
3	Sensores de radiación solar	\$11	\$33
1	Solmáforo	\$600	\$600
1	Plataforma de hardware	\$250	\$250
1	Software de análisis de datos	\$500	\$500
1	Aplicación de Canva Pro (membership)	\$100	\$100
	Total		\$1883

Nota. La tabla detalla los recursos económicos estimados para el desarrollo del proyecto.

Completando la gestión de recursos, esta fase integra un riguroso control de calidad para asegurar la fiabilidad y precisión del sistema a largo plazo. Se validarán los datos periódicamente para identificar y corregir posibles errores o inconsistencias.

El mantenimiento de la red de sensores, tanto preventivo como correctivo, se ejecutará para garantizar su funcionamiento. Además, se realizará una calibración regular de los sensores para preservar la exactitud de las mediciones, utilizando herramientas certificadas y registrando el proceso en informes de calibración.

4.3. Conclusiones

Concretizando, la implementación de tecnologías sostenibles y eficiente es fundamental para abordar los desafíos ambientales y energéticos que enfrenta nuestra sociedad. Es decir, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, se destaca por su compromiso con la innovación y el desarrollo sostenible. La institución busca promover la investigación y la aplicación de tecnologías limpias y renovables para reducir su huella ambiental y contribuir al bienestar de la comunidad. Una de las áreas de enfoque es la energía solar, que se presenta como una fuente de energía limpia y renovable con un gran potencial para ser aprovechada en la región. Sin embargo, para maximizar su potencial, es necesario contar con sistemas de monitoreo y seguimiento preciso y eficientes. En este sentido, la implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para monitorear la radiación solar en la universidad se presenta como una oportunidad valiosa para promover la sostenibilidad y la eficiencia energética.

En definitiva, la WSN es fundamental porque permite recopilar datos precisos y en tiempo real sobre la radiación solar, lo que facilitará la toma de decisiones informadas sobre el aprovechamiento de energía solar. Esta implementación de la WSN contribuirá a la formación de profesionales capacitados en el campo de las energías renovables y las tecnologías de monitoreo. La universidad podrá aprovechar esta tecnología para reducir su dependencia de combustibles fósiles y promover un futuro más sostenible, es decir, que la WSN, también puede ser un modelo de referencia para otras instituciones educativas y organizaciones de la región. La implantación de esta puede tener un impacto positivo en la institución y el medio ambiente.

4.4. Recomendaciones

- Se recomienda fortalecer la formación del personal y estudiantes sobre el uso y beneficios de las redes de sensores, para garantizar su aprovechamiento sostenible y eficaz.
- Replicar la red de sensores en otras áreas del campus permitirá ampliar la cobertura de monitoreo solar y fomentar una cultura energética más consciente.
- Aprovechar la información recolectada para planificar instalaciones de paneles solares y otras estrategias de eficiencia energética institucional.

4.5. Referencias Bibliograficas

- Alarcón, H. Á., Quimbayo Castro, A. J., García Perdomo, E., & Marín Zambrano, M. A. (2022, Diciembre 16). WSN REDES DE SENSORES INALÁMBRICOS Y SU APLICACIÓN A LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN: UN CASO DE METAANÁLISIS. *Unicyt*, 14. <https://doi.org/https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2022-38>
- Cama, A., De la Hoz , E., & Cama, D. (2012). Las redes de sensores inalámbricos y el Internet de las cosas. *Revista INGE CUC*, 8(1), 10. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4869014.pdf>
- Cely , Ó. E., Chacón Cardona, C. A., & Guerrero , F. (2008). Diseño y construcción de un medidor de radiación solar. *Tecnura*, 12(23), 18-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/22487638.6263>
- Comas, Z., Simancas Garcias, J., Vélez Zapata, J., Bernal Ruedas, V., & Percia Vázquez, I. (2018). Redes de sensores inalámbricos para la monitorización de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. *Espacios*, 39(45), 13. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n45/a18v39n45p13.pdf>
- Cruz, L. S., Morales Mejía, J. C., & Almanza Salgado, R. (2018, Julio 10). *RADSOL: equipo para el monitoreo de la radiación solar* . <https://www.iingen.unam.mx/es-mx/Investigacion/Proyecto/Paginas/Radsol.aspx>
- Franco, E. A. (2017). *Características de un instrumento de medición*. <https://docencia.eafranco.com/materiales/instrumentacion/05/Diapositivas05.pdf>
- Gascón, D. (2010). *Redes de Sensores Inalámbricos, la tecnología invisible*. <https://www.coit.es/sites/default/files/archivobit/pdf/bit-180-181-tecnologiaysociedad-redes-de-sensores-inalambricos.pdf>
- Intagri. (2016). *Importancia de la Radiación Solar en la Producción Bajo Invernadero*. <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/importancia-de-la-radiacion-solar-en-la-produccion-bajo-invernadero>
- Lema Puruncaja, C. E., y Zuleta Mediavila, D. P. (2015). *Solmáforo (Semáforo Solar): modelo ambiental de alerta por exposición a la radiación solar en Quito*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10091/6/UPS-ST001607.pdf>

- Orozco, K. R., & Ordoñez, A. J. (2019, Noviembre 11). Diseño e implementación de una red de sensores para el monitoreo de los niveles de radiación solar en la ciudad de Loja. *MASKAY*, 10(1), 12. <https://doi.org/10.24133/maskay.v10i1.1523>
- Quezada, P. A., Chango, P. M., López, J., Pacheco, F. A., & Enciso, L. (2017). Diseño de una Red de sensores inalámbricos de temperatura e iluminación para laboratorios Gastronómicos bajo principios de la metodología ágil Scrum. *Espacios*, 38(46), 11. <https://www.revistaespacios.com/a17v38n46/a17v38n46p14.pdf>
- Ramirez Castro, M. J. (2022). *Diseño y construcción de un solmaforo para información del nivel de radiación solar ultravioleta a los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Pedro Ruiz Gallo*. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11592>
- Rodés, J., Piqué, J. M., y Trilla, A. (2007). *Libro de la salud del hospital clínico de Barcelona y la Fundación BBVA*. https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2007_salud_clinic_barcelona.pdf
- Romero, L., Artigas Fuentes, F. J., & Anias Calderón, C. (2020, Agosto 01). Redes de Sensores Inalámbricos Definidas por Software: revisión del estado del arte. *SCIELO*, 41(2), 13. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282020000200039
- Sepúlveda, S. (2014). Radiación solar: factor clave para el diseño de sistemas fotovoltaicos. *Mundo FESC*, 4(8), 60-65.
- Shethi, S. (2024, Mayo 14). *Las redes inalámbricas de sensores (WSN) explicadas en 5 minutos o menos*. <https://geekflare.com/es/wireless-sensor-networks-explained/>
- Tapia, K. A. (Febrero de 2022). *Redes de sensores inalámbricos para IOT automatización de redes inalámbricas de sensores*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22656>
- Valles, M. (2019). Plataforma de evaluación y monitoreo y su efecto en los indicadores cuantitativos del proceso de revisión de tesis. *Unheval*, 13(1), 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.33554/riv.13.1.169>
- Vásquez Villavicencio, H. G. (2019). *Prevención del impacto de la radiación solar mediante un solmáforo aplicado en el " Centro de Desarrollo Infantil Primeros Pasos"*. <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/69efe8de-3623-4341-be12-b5a59813a25c/content>

4.6. Anexos



Encuesta de Proyecto Titulación "Redes de sensores inalámbricos (WSN)" en la ULEAM Chone

Estimados miembros de la comunidad universitaria de la ULEAM Extensión Chone:

Saludos cordiales, la presente encuesta tiene como objetivo la obtención de información del trabajo de integrador titulado: "Redes de sensores inalámbricos (WSN) para monitoreo de la radiación solar en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone." Su participación en esta encuesta es voluntaria y sus respuestas son de carácter confidencial y tendrán uso estrictamente académico.

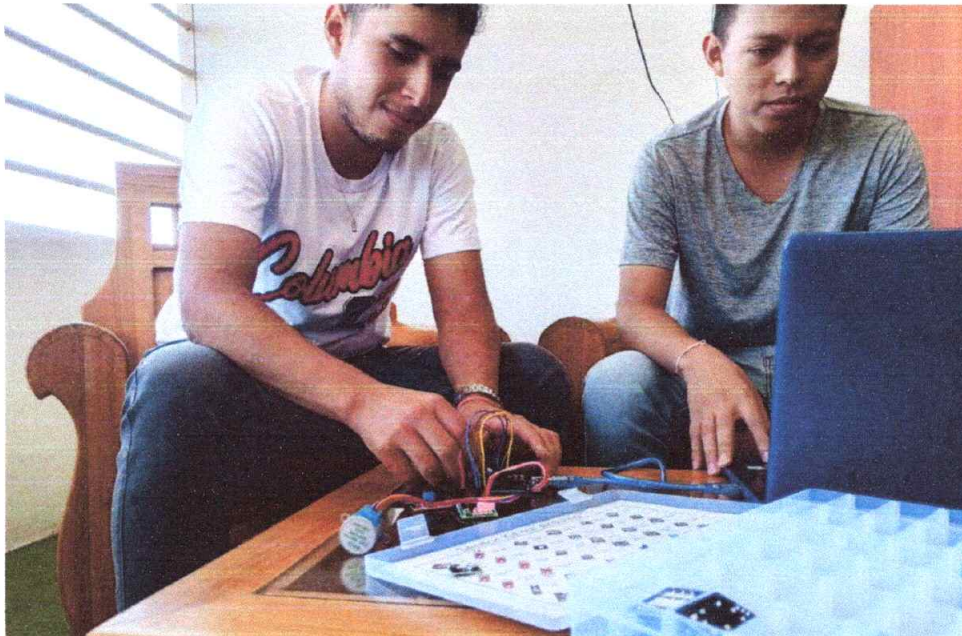
INSTRUCCIÓN: Lea detenidamente los siguientes aspectos y escoja la casilla con la respuesta que se ajuste a su criterio, de acuerdo con el nivel de cumplimiento de las actividades.



1. Estoy familiarizado(a) con equipos de medición de radiación solar.



Anexo 1. Encuesta del proyecto



Anexo 2. Monitoreo de radiación Solar de Sensores



Anexo 3. Diseño de redes de sensores inalámbricos



Anexo 4. Implementación de los niveles de radiación solar



Anexo 5. Procesamiento inalámbrico con la estación base.