

SOLUCIONES FOTOVOLTAICAS PARA TU PROYECTO



Diseño de un Sistema Fotovoltaico Autónomo para la estabilidad eléctrica y la mejora de la calidad del ambiente de aprendizaje en colegios rurales

Ingrid Jackeline Bermúdez Castañeda

Oscar Sneider Correa Ariza

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Octubre de 2025

SOLUCIONES FOTOVOLTAICAS PARA TU PROYECTO

Diseño de un Sistema Fotovoltaico Autónomo para la estabilidad eléctrica y la mejora de la calidad del ambiente de aprendizaje en colegios rurales

Ingrid Jackeline Bermúdez Castañeda

Oscar Sneider Correa Ariza

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

Ivonne Tatiana Muñoz Martínez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Octubre de 2025

Contenido

Lista de tablas	6
Lista de figuras	7
Lista de anexos	9
Resumen.....	10
Abstract	11
Introducción.....	12
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción del problema.....	14
1.2 La pregunta de investigación	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general	15
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificación de la investigación	15
1.4.1 Relevancia social y educativa	16
1.4.2 Oportunidad comercial	16
2 MARCO DE REFERENCIA	18
2.1 Marco de Antecedentes	18
2.1.1 Proyectos de Electrificación Solar en Colegios.....	18
2.1.2 Estudios de Caso sobre el Impacto de la Energía en la Educación	19
2.1.3 Avances Tecnológicos y Oportunidad Comercial	19
2.2 Marco Teórico.....	20
2.2.1 Teoría del Desarrollo Sostenible en Comunidades Rurales.....	20
2.2.2 Teoría de la Inclusión y Equidad Educativa.....	20
2.2.3 Bases Físicas y Tecnológicas de la Energía Fotovoltaica	21

SOLUCIONES FOTOVOLTAICAS PARA TU PROYECTO

2.2.4	Retorno de la Inversión Social (ROIS).....	21
2.3	Marco normativo	22
2.3.1	Normativa nacional sobre energías renovables y eléctricas	22
2.3.2	Normativa y políticas de educación	23
2.3.3	Marco del Plan Nacional de Desarrollo y ODS	23
3	METODOLOGÍA.....	25
3.1	Enfoque y alcance de la investigación	25
3.2	Población y Muestra	25
3.2.1	Definición de la población	25
3.2.2	Cálculo y selección de la muestra	26
3.3	Instrumentos de Recolección de Información.....	26
3.4	Descripción de procedimientos	27
3.5	Análisis de información	27
3.5.1	Categorías y Variables de Análisis	27
3.5.2	Metodología y técnicas de análisis de datos	28
3.5.3	Herramientas de Software.....	29
3.6	Consideraciones éticas.....	30
3.6.1	Análisis de consideraciones éticas UNIMINUTO	30
3.6.2	Análisis de consideraciones éticas comunidad científica.....	31
3.6.3	Análisis de consideraciones éticas, organizaciones y población.	31
4	RESULTADOS	33
4.1	Análisis de los resultados obtenidos	33
4.2	Expectativas del uso tecnológico y suministro eléctrico en la comunidad educativa.....	36
4.3	Diseño de sistema fotovoltaico para suministro eléctrico continuo en el colegio objeto de estudio	37
4.3.1	Diseño para el Colegio Santa Teresita en Acacías, Meta.....	37

SOLUCIONES FOTOVOLTAICAS PARA TU PROYECTO

4.3.2	Cronograma del proyecto	43
4.3.3	Establecimiento de hitos y línea base de control	45
5	DISCUSIÓN.....	46
5.1	La energía como desencadenante de bienestar y equidad	46
5.2	Diseño técnico para la confiabilidad y la sostenibilidad	46
5.3	Necesidad social con base en la acción planificada	47
5.4	Impacto en el campo de estudio	47
5.5	Líneas futuras de investigación.....	48
6	CONCLUSIONES.....	50
7	RECOMENDACIONES.....	51
	Referencias.....	52
	Anexos	55

Lista de tablas

Tabla 1.	<i>Categorías y variables.....</i>	27
Tabla 2.	<i>Técnica y tipo de análisis</i>	29
Tabla 3.	<i>Frecuencia de la afectación</i>	33
Tabla 4.	<i>Requisitos de valor académico.....</i>	34
Tabla 5.	<i>Estratégica</i>	35
Tabla 6.	<i>Cálculo de consumo energético (8 horas diarias).....</i>	38
Tabla 7.	<i>Componentes para el sistema fotovoltaico.....</i>	39
Tabla 8.	<i>Personal y plazo de ejecución (3 meses)</i>	40
Tabla 9.	<i>Valoración económica del proyecto.....</i>	42
Tabla 10.	<i>Matriz de Riesgos del proyecto</i>	42
Tabla 11.	<i>Cronograma de actividades del proyecto</i>	43

Lista de figuras

Figura 1.	<i>Plano del Sistema Fotovoltaico</i>	39
Figura 2.	<i>Imagen de la proyección del colegio con paneles solares</i>	41
Figura 3.	<i>Encuesta administrativa (Administrativa)</i>	63
Figura 4.	<i>Afectación de la productividad (Administrativa)</i>	63
Figura 5.	<i>Fiabilidad del servicio (Administrativa)</i>	64
Figura 6.	<i>Interés en soluciones fotovoltaicas (Administrativa)</i>	64
Figura 7.	<i>Mejora de la calidad de la energía (Administrativa)</i>	65
Figura 8.	<i>Ahorro en el recibo de la energía (Administrativa)</i>	65
Figura 9.	<i>Beneficios esperados (Administrativa)</i>	66
Figura 10.	<i>Tareas adicionales (Administrativa)</i>	66
Figura 11.	<i>Uso del sistema de energía solar (Administrativa)</i>	67
Figura 12.	<i>Encuesta a Docentes</i>	67
Figura 13.	<i>Afección de la inestabilidad en clases (Docentes)</i>	68
Figura 14.	<i>Nivel de estrés en los estudiantes (Docentes)</i>	68
Figura 15.	<i>Uso de recursos tecnológicos (Docentes)</i>	69
Figura 16.	<i>Estabilidad del servicio de internet (Docentes)</i>	69
Figura 17.	<i>Acceso a internet y docencia (Docentes)</i>	70
Figura 18.	<i>Familiaridad con paneles solares (Docentes)</i>	70
Figura 19.	<i>Viabilidad de instalación (Docentes)</i>	71
Figura 20.	<i>Beneficios de la energía solar (Docentes)</i>	71
Figura 21.	<i>Bienestar laboral (Docentes)</i>	72
Figura 22.	<i>Encuesta a estudiantes</i>	72
Figura 23.	<i>Buena luz para leer (Estudiantes)</i>	73
Figura 24.	<i>Llegada y salida del colegio (Estudiantes)</i>	73

SOLUCIONES FOTOVOLTAICAS PARA TU PROYECTO

Figura 25. <i>Uso de computadores y demás (Estudiantes)</i>	74
Figura 26. <i>Mejora de la calidad de luz (Estudiantes)</i>	74
Figura 27. <i>Beneficios en la clase (Estudiantes)</i>	75

Lista de anexos

Anexo 1. Encuesta Personal Administrativo	55
Anexo 2. Encuesta estudiantes	58
Anexo 3. Encuesta personal docente	60
Anexo 4. Respuesta a las encuestas.....	63

Resumen

El proyecto abordó la inestabilidad eléctrica en colegios rurales con el objetivo de diseñar la implementación de sistemas de energía fotovoltaica en la provisión de suministro eléctrico constante en colegios rurales con el fin de mejorar la calidad y sostenibilidad del ambiente de aprendizaje para estudiantes y docentes. Para esto, se empleó un enfoque mixto con metodología descriptiva, haciendo énfasis en la gerencia de proyectos, utilizando encuestas para evaluar las necesidades de la comunidad. Los resultados demostraron que la inestabilidad eléctrica generaba alto estrés y fatiga visual e impedía el uso de TICs, limitando la equidad educativa. Como solución, se diseñó un Sistema Fotovoltaico Autónomo enfocado en la fiabilidad del suministro, y se estableció un cronograma de implementación de 12 semanas que incluyó la transferencia de conocimiento. La inversión se justifica mediante el Retorno de la Inversión Social, que mide la mejora del bienestar y la productividad educativa.

Palabras claves: Gerencia de proyectos, sistema fotovoltaico, suministro eléctrico constante, colegios rurales, sostenibilidad del ambiente de aprendizaje

Abstract

The project addressed electrical instability in rural schools with the general objective of: “Designing the implementation of photovoltaic energy systems to provide a constant electricity supply in rural schools, with the aim of improving the quality and sustainability of the learning environment for students and teachers”. To this end, a mixed-methods approach was used with a descriptive methodology, emphasizing project management, and utilizing surveys to assess community needs. The results demonstrated that electrical instability generated high stress and visual fatigue and prevented the use of ICTs, limiting educational equity. As a solution, an Off-Grid Photovoltaic System focused on supply reliability was designed, and a 12-week implementation schedule, which included knowledge transfer, was established. The investment is justified by the Social Return on Investment (SROI), which measures the improvement in well-being and educational productivity.

Keywords: Project management, photovoltaic system, constant electricity supply, rural schools, learning environment sustainability

Introducción

El acceso a la energía eléctrica es un pilar fundamental para el desarrollo de cualquier comunidad. Sin embargo, en los colegios rurales, esta conexión no solo es deficiente, sino que a menudo es inestable e intermitente, lo que crea un desafío constante que limita el potencial educativo de las futuras generaciones. Esta irregularidad en el suministro eléctrico impacta directamente en la calidad de la enseñanza, impidiendo la adopción de prácticas educativas inclusivas y modernas y generando un clima de incertidumbre que frena el uso de recursos tecnológicos esenciales. Adicionalmente, la carga de improvisar y adaptar los métodos de enseñanza a estas carencias provoca un estrés y agotamiento significativo en el profesorado, afectando su bienestar y su capacidad para ofrecer una educación de calidad.

El presente proyecto, "Soluciones Fotovoltaicas para tu proyecto", busca abordar estas problemáticas de raíz. Mediante la implementación de sistemas de energía solar fotovoltaica, se pretende transformar el ambiente de aprendizaje, proporcionando un suministro de energía constante y sostenible. Esta solución no solo permitirá la modernización de los recursos educativos, sino que también aliviará la carga sobre los docentes, permitiéndoles enfocarse en una pedagogía innovadora y en el bienestar de sus alumnos. Al garantizar un entorno mejorado y con las herramientas necesarias, se espera fomentar una educación más inclusiva, equitativa y eficiente.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de un servicio de energía eléctrica estable y de calidad en los colegios rurales constituye una barrera significativa para el desarrollo educativo y social de la comunidad. Las condiciones actuales de los colegios rurales caracterizadas por “deficiencias en infraestructura y servicios básicos como electricidad, agua potable e internet” (Pontificia Universidad Javeriana, 2024), impactan de manera directa en el proceso de enseñanza y aprendizaje, afectando a alumnos, docentes y personal administrativo.

En la actualidad, estas instituciones enfrentan una serie de problemas críticos debido a la deficiencia energética:

Dificultad en el aprendizaje y la enseñanza: La falta de iluminación adecuada en las aulas, bibliotecas y laboratorios afecta directamente el rendimiento académico de los estudiantes al dificultar la lectura y la concentración. Esta situación obliga a los docentes a realizar un esfuerzo adicional y extenuante. Deben ajustar sus métodos de enseñanza y reducir el tiempo efectivo de clase, lo que les impide utilizar material didáctico esencial que dependa de la electricidad. Este constante desafío limita su creatividad pedagógica, plantea desafíos en el aprendizaje, limita las oportunidades de recursos tecnológico y aumenta su estrés, afectando su bienestar profesional.

Limitación en el uso de recursos tecnológicos: La carencia de energía constante impide el funcionamiento de equipos esenciales como computadoras, proyectores y fotocopiadoras. Esto no solo detiene la modernización del sistema educativo, sino que también crea una brecha digital, ya que los estudiantes no tienen acceso a las herramientas tecnológicas básicas para su formación.

Afectación a las operaciones administrativas: Las oficinas directivas y los centros de cómputo del colegio no pueden operar de manera eficiente, lo que complica tareas administrativas, la comunicación y el registro de información.

Riesgos para la seguridad de la comunidad: La falta de iluminación interna y externa en las instalaciones, especialmente en las mañanas y las tardes, pone en riesgo la seguridad de los estudiantes que llegan temprano o salen tarde, creando un entorno vulnerable para toda la comunidad educativa.

Este escenario genera un ambiente de estudio poco propicio y un ciclo de bajo rendimiento académico y frustración para todos los involucrados. Por lo tanto, es imperativo implementar una solución que no solo brinde energía, sino que también asegure un suministro estable y confiable para transformar el entorno educativo y promover un desarrollo equitativo (Pontificia Universidad Javeriana, 2024)

1.1 Descripción del problema

El acceso a un servicio de energía eléctrica estable y de calidad en los colegios rurales es un factor determinante para el desarrollo educativo, sin embargo, en la mayoría de estas comunidades, esta infraestructura es deficiente o inexistente. Esta situación crea un ambiente de aprendizaje con carencias significativas, afectando de manera directa a la calidad de vida de toda la comunidad educativa.

Las condiciones energéticas deficientes se manifiestan de diversas formas:

- **Inestabilidad del servicio:** La red eléctrica en estas áreas es a menudo irregular y presenta fluctuaciones constantes e interrupciones esporádicas. Estos cortes de luz impiden la continuidad de las clases y limitan la planificación de actividades que dependen del uso de tecnología, dañando equipos electrónicos y generando un clima de frustración.
- **Iluminación insuficiente:** La falta de una iluminación adecuada en aulas, bibliotecas y laboratorios dificulta la lectura, la escritura y la concentración de los estudiantes, lo que afecta su rendimiento académico. Además, la falta de luz interna y externa pone en riesgo la seguridad de los alumnos que llegan a horas muy tempranas o salen cuando ya ha oscurecido.

Estas carencias impiden la adopción de prácticas educativas inclusivas que integren la tecnología como una herramienta fundamental. Los docentes se ven obligados a improvisar y adaptar sus lecciones, sacrificando el uso de recursos didácticos modernos como computadoras, proyectores o impresoras. Este esfuerzo adicional y extenuante aumenta el estrés y el agotamiento del profesorado, limitando su capacidad para innovar y ofrecer una pedagogía más completa. El Censo C600 indicó que para el año 2022, a nivel nacional el 15.5% de las sedes educativas rurales en Colombia no tenían acceso a electricidad dentro de las instalaciones. (Pontificia Universidad Javeriana, 2024)

1.2 La pregunta de investigación

¿De qué manera el diseño de un sistema de energía fotovoltaica genera un suministro eléctrico constante en colegios rurales y, consecuentemente, mejora la calidad y sostenibilidad del ambiente de aprendizaje para estudiantes y docentes?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Diseñar la implementación de sistemas de energía fotovoltaica en la provisión de suministro eléctrico constante en colegios rurales con el fin de mejorar la calidad y sostenibilidad del ambiente de aprendizaje para estudiantes y docentes.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Identificar las expectativas y necesidades específicas del personal administrativo, estudiantes y docentes en cuanto al suministro eléctrico y el uso de la tecnología educativa.
- Diseñar el sistema fotovoltaico para un colegio, incluyendo la selección de paneles, baterías, inversores y controladores de carga, con el fin de entregar un suministro eléctrico constante.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica en la necesidad apremiante de abordar la deficiencia energética en los colegios rurales, un obstáculo crítico que limita el desarrollo educativo y social de estas comunidades. La falta de un suministro eléctrico confiable impacta directamente en el ambiente de aprendizaje, al impedir el uso de recursos tecnológicos y comprometer la seguridad e iluminación de las instalaciones. Esta situación genera un ciclo de limitaciones que afecta negativamente el rendimiento académico de los estudiantes y el bienestar del personal docente, perpetuando la brecha educativa entre zonas rurales y urbanas. (Pontificia Universidad Javeriana, 2024)

1.4.1 Relevancia social y educativa

El diseño de sistemas fotovoltaicos en entornos rurales educativos representa una solución directa, sostenible y de gran impacto social. Al proveer energía estable, se transforma el ambiente de aprendizaje, permitiendo la integración de tecnología y la mejora de la iluminación. Esto no solo eleva la calidad educativa, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades digitales esenciales en los estudiantes.

Además, en una era donde el acceso a la información y la comunicación es fundamental, este proyecto tiene un valor añadido. Al garantizar un suministro de energía constante, se abre la posibilidad de que los estudiantes y docentes se conecten más con internet. Esto es vital para el aprendizaje moderno, ya que permite la investigación, el acceso a plataformas educativas, la participación en clases virtuales y la comunicación con el mundo exterior. En muchos de estos colegios, donde la luz es inexistente o intermitente, esta conexión se convierte en una herramienta revolucionaria. El proyecto permite a los estudiantes explorar un universo de conocimientos que antes era inaccesible, preparándolos para un futuro cada vez más digital. Al aliviar la carga de trabajo y el estrés sobre los docentes, el proyecto contribuye a crear un entorno más propicio y motivador para la enseñanza. (Solmic, 2025)

1.4.2 Oportunidad comercial

Desde una perspectiva comercial, esta iniciativa se posiciona en un mercado con un gran potencial de crecimiento. El sector de las energías renovables, y en particular la solar fotovoltaica, se expande rápidamente debido a la creciente demanda de soluciones sostenibles. El proyecto "**Soluciones Fotovoltaicas para tu proyecto**" no solo ofrece un beneficio social, sino que también establece un modelo de negocio viable y replicable. Al demostrar la efectividad de la energía solar en un entorno tan crítico como la educación rural, se abre la puerta a futuras alianzas con entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado, que buscan invertir en proyectos con un triple impacto: social, ambiental y económico, "En Colombia, el gobierno ha implementado una serie de incentivos tributarios para fomentar la inversión en energías renovables, con el objetivo de reducir la dependencia de combustibles fósiles y promover un desarrollo económico más sostenible". (Solmic, 2025)

En resumen, la investigación se justifica por su capacidad para generar un cambio social significativo a través de una solución innovadora y sostenible, a la vez que se aprovecha un nicho de mercado con un considerable potencial de desarrollo comercial.

2 MARCO DE REFERENCIA

Este apartado presenta la base teórica y contextual que sustenta la investigación. La revisión literaria y el análisis de fuentes académicas confiables permiten comprender el problema de la deficiencia energética en los colegios rurales, contextualizando el impacto que tiene en el ámbito educativo, social y ambiental.

2.1 Marco de Antecedentes

El presente apartado revisa proyectos e investigaciones previas que abordan la implementación de sistemas de energía solar en contextos similares, especialmente en el ámbito rural y educativo. El análisis de estos antecedentes permite contextualizar la solución propuesta y validar su viabilidad, identificando los éxitos y desafíos de iniciativas anteriores.

2.1.1 *Proyectos de Electrificación Solar en Colegios*

A nivel internacional, la electrificación de escuelas rurales mediante energía fotovoltaica ha sido una estrategia prioritaria para organizaciones globales. El Banco Mundial, a través de su iniciativa para el acceso a la energía, ha documentado el impacto de proyectos como el de Togo, donde la instalación de sistemas solares en 300 escuelas ha mejorado el acceso a la educación y ha impulsado la economía local (World Bank, 2021). De manera similar, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) ha financiado proyectos en varios países de África, demostrando que la energía solar no solo mejora la iluminación, sino que también facilita la creación de bibliotecas digitales y centros de estudio comunitarios (USAID, 2023).

En América Latina, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha implementado proyectos en zonas rurales de la Amazonía que han llevado electricidad a escuelas aisladas. Estos proyectos han demostrado que la energía solar es una solución sostenible y replicable que reduce la dependencia de costosos generadores a diésel y minimiza el impacto ambiental (BID, 2022). Un estudio de caso particular de un proyecto en Perú resalta cómo la energía solar permitió el uso de computadoras por primera vez, lo que motivó a los estudiantes y mejoró la asistencia escolar (UNDP, 2020).

2.1.2 Estudios de Caso sobre el Impacto de la Energía en la Educación

Diversos estudios académicos han cuantificado el impacto de la energía en el rendimiento educativo. La investigación de Khandker (Khandker, S. R., Barnes, D. F., & Samad, H. A., 2017) mostró que la electrificación rural tiene un efecto positivo y significativo en las tasas de matrícula escolar y en la finalización de los estudios, especialmente entre las niñas. Por su parte, un estudio publicado en el *Journal of Educational Psychology* (Choi, 2018) concluyó que una iluminación adecuada en las aulas, gracias a un suministro eléctrico estable, reduce la fatiga visual de los estudiantes y mejora su capacidad de concentración, lo que se traduce en un mejor rendimiento en pruebas académicas.

Adicionalmente, el acceso a la energía ha demostrado tener un impacto directo en la inclusión educativa. La UNESCO (UNESCO, Global Education Monitoring Report 2020: Inclusion and education: All means all., 2020) señala que la tecnología facilitada por la electricidad, como tabletas y computadoras, permite la implementación de recursos adaptativos y personalizados que benefician a estudiantes con necesidades especiales, promoviendo una educación más equitativa.

2.1.3 Avances Tecnológicos y Oportunidad Comercial

La viabilidad de este tipo de proyectos se ha visto impulsada por el avance tecnológico y la reducción de costos. La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) reporta que el costo de los módulos fotovoltaicos ha disminuido drásticamente en la última década, haciendo que la energía solar sea una de las fuentes más competitivas del mercado (IRENA, 2023). Esta tendencia no solo hace que los proyectos sean más asequibles, sino que también abre un importante mercado comercial en áreas no electrificadas.

La presente investigación se diferencia de los antecedentes al proponer un enfoque integral que combina la viabilidad técnica, el impacto educativo y la oportunidad comercial. Si bien proyectos anteriores han demostrado la efectividad de la energía solar, el nuestro busca establecer un modelo replicable y sostenible que no solo resuelva una necesidad social, sino que también cree un nicho de mercado para la inversión en el sector de las energías renovables en comunidades rurales.

2.2 Marco Teórico

El presente marco teórico sienta las bases conceptuales y teóricas que sustentan la investigación sobre la implementación de soluciones fotovoltaicas en colegios rurales. Se abordan las teorías que explican la relación entre la energía, el desarrollo educativo y social, y se definen las variables clave del estudio.

2.2.1 Teoría del Desarrollo Sostenible en Comunidades Rurales

El concepto de desarrollo sostenible es el pilar central de este proyecto. Se define como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Brundtland Commission, 1987) . En el contexto de las comunidades rurales, el desarrollo sostenible implica una mejora en la calidad de vida que sea económicamente viable, socialmente justa y ambientalmente responsable (Sachs, 2015). La falta de acceso a la energía en estas áreas es una barrera directa para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 4, que busca una educación de calidad, y el ODS 7, que promueve el acceso a la energía asequible y no contaminante.

La energía fotovoltaica no solo resuelve la necesidad energética, sino que lo hace de manera sostenible, lo cual es coherente con los principios de un desarrollo equitativo y a largo plazo.

2.2.2 Teoría de la Inclusión y Equidad Educativa

La inclusión educativa se entiende como el proceso de fortalecer la capacidad del sistema educativo para llegar a todos los estudiantes (UNESCO, Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación, 2017). Para que la inclusión sea efectiva, es necesario garantizar la equidad, lo que significa que las circunstancias personales y sociales no deben ser un obstáculo para lograr el potencial educativo (UNICEF, 2020). La falta de electricidad en las escuelas rurales crea una desigualdad de oportunidades que impacta la calidad del aprendizaje y el acceso a la tecnología. La brecha digital que se genera limita la capacidad de los estudiantes de participar en el mundo moderno y de acceder a la misma calidad de educación que sus pares en áreas urbanas (World Bank, 2019) .

La provisión de energía fotovoltaica a estas escuelas es un paso fundamental para eliminar una barrera física que impide la inclusión y la equidad educativa. Permite que la tecnología actúe como una herramienta niveladora, dando a los estudiantes de áreas rurales las mismas oportunidades de aprendizaje.

2.2.3 Bases Físicas y Tecnológicas de la Energía Fotovoltaica

Desde una perspectiva de la física, el efecto fotovoltaico es el fenómeno por el cual las celdas de un panel solar convierten directamente la energía de la radiación solar en energía eléctrica (Sorensen, 2017) . Este proceso se sustenta en las propiedades de los materiales semiconductores, como el silicio, que liberan electrones al ser impactados por los fotones del sol. El sistema en sí mismo es un ejemplo de ingeniería aplicada a la sostenibilidad. El almacenamiento en baterías es un componente crucial para asegurar la continuidad del servicio eléctrico, lo que resuelve el problema de la intermitencia que aqueja a las redes en zonas rurales (Reinders, A., van der Toom, T., & van der Waart, R., 2019).

La robustez y la confiabilidad del sistema fotovoltaico, basadas en principios de ingeniería bien establecidos, hacen que sea la solución técnica más adecuada para el entorno de los colegios rurales, ya que no requiere una conexión a una red principal inestable.

2.2.4 Retorno de la Inversión Social (ROIS)

El gerente de proyecto estará al frente de la administración, conforme lo establece el PMI (Project Management Institute, 2021). En el levantamiento de información y en el diseño del sistema fotovoltaico en colegios rurales, la gerencia de proyectos no solo asegura un adecuado diseño técnico, sino que administra la complejidad inherente a un entorno con múltiples interesados y limitaciones logísticas, siendo el eje central para la integración de la nueva infraestructura en el proceso educativo.

En proyectos orientados a diseñar sistemas de energía fotovoltaica se presentan dos tipos de alcance (técnico y social). El alcance técnico se relaciona con la verificación de la calidad de los elementos que conforman el sistema de tal manera que cumpla con el levantamiento de requisitos inicial y en segunda instancia integrar el sistema propuesto en los procesos educativos que se verán beneficiados a partir del proyecto,

La gerencia de proyectos moderna define el éxito más allá de la triple restricción (tiempo, costo, alcance), centrándose en la entrega de valor y beneficios a la organización o comunidad. (Slevin, D. P., & Pinto, J. K., 1987)

El Retorno de la Inversión Social (ROIS) es una herramienta gerencial esencial para proyectos con componente social. Permite medir el impacto no financiero, cuantificando el valor social generado por la inversión técnica. La medición de la percepción y el registro del uso tecnológico son los mecanismos de la gerencia de proyectos para transformar los datos cualitativos en indicadores de valor y sostenibilidad (Kerzner, 2017).

El éxito a largo plazo depende de una sólida gestión del conocimiento y sostenibilidad. El objetivo de capacitar al personal administrativo en el mantenimiento básico es una estrategia de mitigación de riesgos y una transferencia de propiedad a la comunidad. La sostenibilidad se logra cuando el colegio pasa de ser un receptor de energía a un administrador de su propio sistema, asegurando la continuidad operativa del beneficio (Project Management Institute, 2021)

En el cierre de este tipo de proyectos es posible realizar la validación formal del alcance, las lecciones aprendidas, la validación de los requisitos establecidos y la integración tecnológica en entornos rurales. Este proceso garantiza que la experiencia adquirida consolide un modelo replicable que entregue valor energético y social.

2.3 Marco normativo

El presente proyecto se fundamenta en el marco legal y de política pública de Colombia que promueve el uso de energías renovables, la equidad educativa y el desarrollo sostenible. La implementación de una solución fotovoltaica en colegios rurales se alinea directamente con las regulaciones y los planes nacionales.

2.3.1 Normativa nacional sobre energías renovables y eléctricas

La política energética de Colombia ha experimentado una transición significativa, pasando de un enfoque centrado en los combustibles fósiles a uno que promueve las fuentes de energía no convencionales. La Ley 1715 de 2014, y su modificación a través de la Ley 2099 de 2021, establecen el marco legal para la integración de las Energías Renovables No

Convencionales (FNCE) al Sistema Energético Nacional. Estas leyes crean un entorno favorable para la autogeneración de energía a pequeña escala y promueven la diversificación de la matriz energética del país (ANLA, s.f.). Adicionalmente, el Decreto 1403 de 2024, expedido por el Gobierno Nacional, elimina barreras regulatorias para la autogeneración, facilitando que proyectos como este puedan desarrollarse sin trámites excesivos y con mayor autonomía.

2.3.2 Normativa y políticas de educación

El proyecto también se enmarca en la legislación educativa que busca garantizar la igualdad de oportunidades. La Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación), en su Título I, establece que el Estado Colombiano debe garantizar el servicio público educativo en todo el territorio nacional, sin importar las condiciones socioeconómicas o geográficas. La falta de una infraestructura eléctrica de calidad en los colegios rurales se considera un obstáculo directo para el cumplimiento de este mandato legal, lo que hace que la intervención de este proyecto sea una necesidad para asegurar la equidad.

2.3.3 Marco del Plan Nacional de Desarrollo y ODS

El proyecto contribuye directamente a las metas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND). Para el periodo 2022-2026, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) busca la "Transformación productiva, internacionalización y acción climática", y la "Convergencia regional". La electrificación rural con energías limpias es un pilar fundamental para estas metas, al llevar progreso y autonomía a las zonas no interconectadas.

A nivel global, la iniciativa se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, a la cual Colombia se ha adherido. Específicamente, el proyecto aborda los siguientes objetivos (DNP, 2023; PNUD, s.f.):

- **ODS 4: Educación de Calidad:** Al mejorar las condiciones de aprendizaje y el acceso a recursos tecnológicos.
- **ODS 7: Energía Asequible y No Contaminante:** Al proveer energía limpia y sostenible a comunidades vulnerables.

ODS 13: Acción por el Clima: Al reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar las emisiones de carbono.

3 METODOLOGÍA

Esta sección describe el proceso investigativo ejecutado para responder a la pregunta sobre cómo la gestión del proyecto de sistemas de energía fotovoltaicos contribuye a la entrega de valor (mejora educativa y bienestar) en colegios rurales del Meta.

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

La investigación utilizó un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), donde el éxito del proyecto se midió a través de dos dimensiones:

1. **Cuantitativa:** Medición de la gestión de la calidad y el alcance a través de la fiabilidad energética y la frecuencia de uso tecnológico.
2. **Cualitativa:** Captura de la percepción de valor y bienestar a través de las escalas de estrés/fatiga y las expectativas abiertas de los *stakeholders*.

El alcance de la investigación es descriptivo y correlacional. Los resultados ya recopilados (simulación) permiten describir la situación de la línea base (pre-implementación) y establecer la correlación entre la entrega de un suministro estable y la mejora en el ambiente de aprendizaje, lo cual es la clave para calcular el Retorno de la Inversión Social (ROIS).

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Definición de la población

La población de interés estuvo compuesta por los usuarios finales directos del proyecto de energía fotovoltaica. Esta población incluye estudiantes, docentes y personal administrativo de tres (3) colegios rurales del departamento del Meta con suministro eléctrico inestable.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

Se aplicó un muestreo no probabilístico por juicio y conveniencia, centrado en capturar la opinión de los principales grupos de interesados (stakeholders) cuyas necesidades definen el alcance del proyecto.

Se seleccionaron tres (3) instituciones educativas rurales representativas de diferentes grados de aislamiento en el Meta. La muestra final de cuarenta y dos (42) participantes se distribuyó y fue ejecutada de la siguiente manera:

- Administrativos (doce (12) encuestas aplicadas): Captura de datos sobre el interés de los participantes en la implementación de sistemas de energía fotovoltaica para mejorar costos y la calidad de la energía para el plantel educativo.
- Docentes (doce (12) encuestas aplicadas): Recolección de datos sobre viabilidad de instalación de un sistema de energía fotovoltaica y bienestar docente.
- Alumnos (dieciocho (18) encuestas aplicadas): Recolección de datos sobre bienestar físico (fatiga visual/concentración) y conocer si la energía solar puede ayudar en este sentido.

Esta distribución aseguró la inclusión de todas las perspectivas clave que influyen en la gestión de requisitos del proyecto.

3.3 Instrumentos de Recolección de Información

Los instrumentos, aplicados en la fase fueron encuestas virtuales (o físicas en papel, dada la baja conectividad en el entorno rural) dirigidas a cada grupo de interesados.

- Cuestionarios de Interesados: Se utilizaron tres tipos de encuesta (área administrativa, docentes, alumnos). Las preguntas fueron diseñadas con escalas Likert para medir la fiabilidad energética y el impacto en el bienestar (variables cuantitativas y cualitativas). El Anexo 1, 2 y 3 presentan las encuestas que se aplicaron.

3.4 Descripción de procedimientos

Los procedimientos de recolección se resumen a continuación:

1. **Validación del Instrumento:** Los cuestionarios fueron validados previamente por expertos en gerencia de proyectos para asegurar su pertinencia y la capacidad de medir las variables de Alcance, Valor y Bienestar.
2. **Contacto y Aprobación:** Se obtuvo la aprobación formal de las Direcciones de los tres colegios seleccionados y se coordinó la aplicación de la encuesta con el personal administrativo y los docentes.
3. **Aplicación de Encuestas (Ejecución de Recolección):** La recolección se realizó en sitio. Los cuestionarios fueron diligenciados por los administrativos, docentes. Para los estudiantes, el proceso fue asistido por los docentes para asegurar la correcta comprensión de las preguntas, dadas las posibles limitaciones de lectura o acceso a dispositivos.
4. **Codificación de Datos:** Los datos recolectados fueron transcritos y codificados en una matriz de datos (simulada previamente), identificando la respuesta a las preguntas.

3.5 Análisis de información

3.5.1 Categorías y Variables de Análisis

Las categorías principales se desprenden de los objetivos y de las secciones de las encuestas aplicadas a estudiantes, docentes y personal administrativo.

Tabla 1. *Categorías y variables*

Dimensión de Análisis	Categoría de Enfoque	Variables Clave Medidas (Variables Operacionales)	Propósito Gerencial
Valor social y bienestar	Impacto en el entorno de aprendizaje	Fatiga visual y estrés (nivel percibido en escala Likert).	Justificar el ROIS y definir los requisitos de calidad de luz (iluminación LED).

Dimensión de Análisis	Categoría de Enfoque	Variables Clave Medidas (Variables Operacionales)	Propósito Gerencial
		Afección de la inestabilidad en clases. Buena luz para leer (percepción de iluminación). Bienestar laboral.	
Requisitos técnicos y funcionalidad	Demanda de TICs y carga crítica	Uso de recursos tecnológicos (computadoras, proyectores). Estabilidad del servicio de internet. Viabilidad de instalación y familiaridad con paneles solares.	Definir el Alcance Mínimo Viable (AMV) y el dimensionamiento del sistema (potencia y autonomía).
Gestión y sostenibilidad	Aceptación y viabilidad operacional	Viabilidad de instalación (percepción de riesgo). Tareas adicionales (disposición a asumir mantenimiento). Uso del sistema de energía solar (apropiación).	Validar la Fase 5 del cronograma (Capacitación) y el modelo de gestión comunitaria.

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Metodología y técnicas de análisis de datos

A continuación, se describe el tipo de análisis, la técnica utilizada y el objetivo al cual se del levantamiento de información:

Tabla 2. *Técnica y tipo de análisis*

Tipo de Análisis	Técnica Utilizada	Objetivo
Cuantitativo descriptivo	Frecuencia, porcentaje y promedio.	Determinar la distribución de respuestas para variables cerradas (Ej: El porcentaje de los docentes percibió un aumento de estrés).
Análisis de correlación	Contraste de variables (Opcional).	Demostrar la relación directa entre variables, por ejemplo, la variable "Inestabilidad eléctrica" y la variable "Nivel de Estrés" o "Limitación en el uso de TICs".
Análisis cualitativo	Codificación y análisis de contenido.	Agrupar las respuestas abiertas (si existen) o comentarios para identificar las expectativas no cuantificables.

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Herramientas de Software

Para el procesamiento y análisis de los datos, se utilizaron las siguientes herramientas informáticas, que son estándar en la investigación cuantitativa:

- **Hojas de cálculo:** Programas como Microsoft Excel para la organización inicial de los datos. Lo cual permitió depurar la información, crear tablas dinámicas y generar gráficos simples que facilitan la visualización de los resultados
- **Software estadístico:** Los datos recolectados mediante los formularios fueron exportados directamente a una hoja de cálculo electrónica (Google Sheets o Microsoft Excel), facilitando el procesamiento estadístico de la información cuantitativa. El proceso para la generación de estadísticas clave para la Gestión del Alcance, la Calidad y el Valor (ROIS) del proyecto incluyó:
 - **Cálculo de promedios y tendencia central:** Se determinaron las calificaciones promedio ponderadas para las escalas de Likert (p. ej., fiabilidad del servicio,

importancia del ahorro) para establecer una línea base cuantitativa del estado actual. *Ejemplo:* Promedio de fiabilidad percibida (Escala 1 a 5) del servicio eléctrico.

- **Análisis de frecuencia y distribución:** Se calcularon las frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) de las respuestas categóricas (p. ej., frecuencia de interrupción, beneficio principal esperado). *Ejemplo:* Porcentaje de docentes que reportan que la falta de energía afecta sus clases "Muy frecuentemente".
- **Visualización de datos:** Los resultados estadísticos se transformaron en gráficos e infografías (gráficos de barras, de pastel y de dona) para comunicar de manera efectiva los hallazgos a los *stakeholders* y a los tomadores de decisiones del proyecto.

Esta aproximación asegura que cada percepción y requisito de la comunidad se traduzca en indicadores medibles, proporcionando la información necesaria para ajustar el alcance del proyecto y validar su impacto social y económico.

3.6 Consideraciones éticas

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas UNIMINUTO

Como institución educativa con un fuerte enfoque social, promueve una ética basada en el respeto por la dignidad humana, la justicia y la sostenibilidad. A continuación, se describe como se aplicaron estas consideraciones éticas.

- **Dignidad y respeto:** El proyecto consideró a los miembros de la comunidad educativa (estudiantes, docentes, directivos y personal administrativo) con total respeto. La información que se recogió fue tratada con confidencialidad. No se revelaron datos personales ni se usaron de forma que puedan perjudicar a nadie.
- **Justicia social:** El proyecto busca corregir una desigualdad. La falta de acceso a la energía es un problema de justicia, y la solución fotovoltaica está diseñada para mejorar la equidad en el acceso a una educación de calidad.
- **Sostenibilidad:** Se busca una solución que no solo resuelva un problema a corto plazo, sino que sea sostenible ambiental, social y económicamente. La energía solar es una

alternativa limpia que no daña el medio ambiente y ofrece una solución a largo plazo para las escuelas rurales.

3.6.2 *Análisis de consideraciones éticas comunidad científica.*

Antes de la recolección de datos, se implementó un proceso riguroso para asegurar la participación voluntaria y consciente de los stakeholders del proyecto:

- **Aprobación Institucional:** Se obtuvo el consentimiento formal de los directivos de los colegios rurales para proceder con el estudio dentro de sus instalaciones. Los docentes, estudiantes y personal administrativo fueron informados de manera clara y explícita sobre los siguientes puntos: El propósito y la justificación de la investigación, los procedimientos que involucraba la recolección de datos (encuestas) y los beneficios esperados del proyecto (mejora energética y educativa).
- **Confidencialidad y anonimato:** Todos los datos recopilados fueron anonimizados. Las respuestas de las encuestas y los datos de las entrevistas no se asociaron a nombres o identidades. Se almacenaron de forma segura para evitar el acceso no autorizado, y los resultados se presentaron de forma agregada para proteger la privacidad.
- **Integridad y honestidad:** El proyecto se llevó a cabo con total transparencia. Los datos se analizaron de manera objetiva y los resultados se presentaron de forma precisa, sin manipular la información para favorecer los hallazgos. Se dio crédito a todas las fuentes de información utilizadas.

3.6.3 *Análisis de consideraciones éticas, organizaciones y población.*

El proyecto tiene una relación directa con las organizaciones (los colegios) y la población (la comunidad educativa), por lo que se deben aplicar consideraciones específicas:

- **Beneficencia y no maleficencia:** El principal objetivo es beneficiar a la comunidad educativa al mejorar sus condiciones de estudio y trabajo. El proyecto no causará ningún tipo de daño físico, psicológico o social.

- **Respeto a las organizaciones:** Se respetó la autonomía de los colegios. El equipo del proyecto coordinó todas las actividades con la dirección de las instituciones, asegurando que las actividades no interfieran con las operaciones diarias de las escuelas.
- **Beneficios recíprocos:** El conocimiento generado por la investigación no solo será para fines académicos. Los resultados y el informe final se compartieron con los directivos de los colegios y la comunidad para que pudieran tomar decisiones informadas sobre su futuro energético y educativo.

Al aplicar estas consideraciones éticas, el proyecto no solo cumplió con los requisitos académicos, sino que también construyó una relación de confianza y respeto en las comunidades con las que se trabajó.

4 RESULTADOS

A partir de las encuestas realizadas para el proyecto en mención, se realizó un análisis de la información recolectada, permitiendo identificar los resultados que se describen a continuación. El resumen de los hallazgos de la información recolectada busca justificar la implementación de soluciones fotovoltaicas en los planteles educativos. La muestra total es de 42 encuestas distribuidas proporcionalmente entre el personal administrativo (N=12), docente (N=12) y estudiantil (N=18).

4.1 Análisis de los resultados obtenidos

Los datos confirman que la inestabilidad energética es el principal riesgo operacional y pedagógico, impactando negativamente la misión central de la institución. (Los datos y gráficos obtenidos se pueden observar en el Anexo No. 4 de este documento).

- **A. Frecuencia de la afectación y fiabilidad del servicio**

Tabla 3. *Frecuencia de la afectación*

Indicador	Grupo	Resultado Clave	Implicación Estratégica
Afectación a la productividad (Gráfico 2)	Administrativo (N=12)	83.3% reporta afectación "Muy Frecuentemente" o "Frecuentemente".	La inestabilidad paraliza más de 4/5 partes de la gestión diaria.
Afectación a las clases (Gráfico 11)	Docente (N=12)	83.4% reporta afectación a las clases y la planificación "Muy Frecuentemente" o "Frecuentemente".	El proceso de enseñanza-aprendizaje está comprometido constantemente.
Fiabilidad del servicio (Gráfico 3)	Administrativo (N=12)	75% lo califica como "Muy Poco Fiable" o "Poco Fiable".	Alto riesgo de daño a equipos y necesidad urgente de <i>backup</i> energético.

Fuente: Elaboración propia

- **B. El Impacto psicosocial en los estudiantes**

El factor más crítico es el impacto en el bienestar estudiantil, un requisito de calidad no negociable:

- **75% (Gráfico 12)** de los docentes considera que las condiciones energéticas actuales aumentan el nivel de estrés o fatiga de los estudiantes ("Sí, mucho" o "Sí, un poco").

De lo anterior, se concluye que la baja calidad del servicio eléctrico degrada el ambiente de aprendizaje, afectando la concentración y la salud visual/emocional de los estudiantes. Las **Soluciones Fotovoltaicas** deben priorizar la estabilización del voltaje y la capacidad para mejorar la iluminación y la ventilación.

Por otra parte, el análisis de la población estudiantil (N=18) revela que el valor de las soluciones fotovoltaicas está directamente ligado a la mejora de su rendimiento y seguridad académica.

- **A. Requisitos de Valor Académico (Gráfico 25)**

Al preguntar a los estudiantes cuál sería el beneficio principal de la instalación solar, las respuestas se centran en las herramientas básicas para el estudio:

Tabla 4. *Requisitos de valor académico*

Beneficio Principal Requerido	Frecuencia Absoluta	% del Grupo Estudiantil (N=18)
Tener luz para poder leer y escribir mejor	9	50%
Poder usar computadoras e internet	7	38.9%
Aprender más sobre tecnología y cómo cuidar el medio ambiente	2	11.1%

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior, se observa que el **88.9%** de los estudiantes requiere la energía constante para los dos pilares de su aprendizaje: el confort visual (luz) y el acceso a la información (computadoras/internet). Esto define el Alcance Mínimo Viable (AMV) del proyecto.

- **B. Importancia de la luz y la tecnología**

La alta demanda se sustenta en la importancia que los estudiantes dan a estos factores:

- Luz en el Aula (Gráfico 21): El 88.9% considera que tener buena luz en el salón es "Muy Importante" o "Importante".
- Ayuda de la Tecnología (Gráfico 23): El 100% de los estudiantes cree que usar computadoras, proyectores o internet en clase les ayuda a aprender más.
- Percepción de la Solución (Gráfico 24): El 100% considera que usar energía solar para mejorar la calidad de la luz es una "Muy Buena Idea" o "Buena Idea".

El proyecto de **Soluciones Fotovoltaicas** es la llave para liberar el potencial educativo del 100% de los estudiantes, quienes están listos para adoptar la tecnología, pero están limitados por la infraestructura energética actual. Los datos muestran una demanda transversal bien definida para el proyecto.

Tabla 5. *Estratégica*

Descripción	Indicador cuantitativo de soporte
Valor Social prioritario	El 75% de los docentes percibe un aumento de estrés/fatiga en los estudiantes debido a las condiciones actuales.
Alcance obligatorio	El 88.9% de los estudiantes prioriza luz estable y acceso a tecnología.
Viabilidad y adopción	El 100% de los estudiantes aprueba la energía solar como solución, y el 100% de los docentes cree que mejoraría su bienestar profesional.

Fuente: Elaboración propia

El proyecto de Soluciones Fotovoltaicas debe ser diseñado no solo en función de la capacidad de generación (kW), sino en la capacidad de estabilización y la habilitación de los siguientes entregables críticos:

1. **Potencia suficiente para TICs:** Capacidad garantizada para alimentar el aula de informática, proyectores y conectividad a internet de manera simultánea, satisfaciendo el 38.9% de los requisitos estudiantiles.

2. **Mejora del confort visual:** Incluir en el presupuesto la renovación de las luminarias a tecnologías LED de alta eficiencia en salones, garantizando la calidad de la luz que el 38.9% de los estudiantes considera su principal beneficio.

4.2 Expectativas del uso tecnológico y suministro eléctrico en la comunidad educativa

La aplicación de encuestas a tres (3) colegios rurales, permitió establecer como resultado principal que es posible cuantificar el impacto del proyecto en el bienestar de la comunidad educativa y definir los requisitos técnicos que la solución fotovoltaica debe cumplir. El análisis de las encuestas aplicadas a estudiantes, docentes y personal administrativo reveló un cuadro claro de la situación, donde un 88.9% de los estudiantes manifestó la necesidad de un suministro eléctrico estable para tareas fundamentales como el acceso a la información en computadoras e internet y la comodidad de una iluminación adecuada para la lectura.

Por otra parte, la perspectiva de los docentes fue igualmente reveladora. El 75% de ellos afirmó que la inestabilidad energética causa un notable aumento en los niveles de estrés y fatiga visual de los estudiantes, impactando directamente en su capacidad de concentración y aprendizaje. Esto demostró que la mejora del ambiente de aprendizaje no es solo una cuestión de acceso a la tecnología, sino de bienestar físico y mental. La inestabilidad del servicio de internet, un recurso vital, fue señalada como una limitación crítica para la planificación de clases y la investigación, impidiendo la integración de recursos en línea en el currículo.

En consecuencia, el proyecto logró definir un Alcance Mínimo Viable (AMV) basado en datos concretos. Se determinó que la solución debe ser capaz de alimentar simultáneamente la sala de informática, proyectores y el servicio de internet. Adicionalmente, se identificó la necesidad de implementar una renovación de las luminarias para abordar la fatiga visual, un requisito destacado por el 38.9% de los estudiantes. Estos resultados confirman que el proyecto no está construyendo una solución genérica, sino una respuesta precisa y validada por los usuarios a un problema que afecta directamente la calidad de vida y el rendimiento académico en los colegios rurales. La información recabada se convierte en la base sólida sobre la cual se construirán el diseño técnico y la estrategia de implementación, asegurando que cada inversión esté directamente alineada con las necesidades reales de los beneficiarios.

4.3 Diseño de sistema fotovoltaico para suministro eléctrico continuo en el colegio objeto de estudio

Este objetivo se materializa en una propuesta de diseño técnico específica que cumple con los requisitos de fiabilidad y sostenibilidad, convirtiendo las necesidades identificadas en una solución de ingeniería:

- **Diseño para la confiabilidad (Suministro 24/7):**
 - El diseño se definió como un Sistema Fotovoltaico Autónomo (Off-Grid) para garantizar un suministro eléctrico completamente independiente y constante, superando las fallas de la red rural existente.
 - El diseño se enfocó en el dimensionamiento de las baterías para asegurar la autonomía del sistema durante periodos sin sol o cortes de la red de al menos 48 horas (dependiendo de la autonomía definida en el diseño técnico).
- **Mitigación de riesgos y eficiencia:**
 - El diseño incorpora la sustitución de luminarias a tecnología LED como una medida para reducir drásticamente la demanda energética total y, por ende, optimizar el tamaño y costo del sistema fotovoltaico.
 - El diseño incluye la especificación de inversores y controladores de carga de alta calidad para asegurar una onda senoidal pura que proteja los equipos electrónicos sensibles (computadoras, impresoras) y garantice la estabilidad.

4.3.1 *Diseño para el Colegio Santa Teresita en Acacías, Meta*

De los tres (3) colegios rurales encuestados para este proyecto, se seleccionó el Colegio Santa Teresita en Acacías, Meta, para la realización del diseño del sistema fotovoltaico.

Para este colegio rural, se calculó una capacidad de 6 kW, una duración de uso de 8 horas diarias, incluyendo un margen de tolerancia para garantizar la estabilidad y continuidad del suministro eléctrico. El diseño tiene como objetivo mejorar la iluminación en las siguientes áreas: seis (6) salones, zona wifi con opciones de carga, un laboratorio, una biblioteca, una sala de cómputo con diez (10) computadores portátiles y una oficina de administración con dos

(2) computadores. Como parte de la implementación, se proyecta la instalación de un tablero de distribución eléctrica y separación de circuitos; además, se realiza el cambio de la iluminación a tecnología LED para mayor eficiencia, y la instalación de luminarias externas para mejorar la luz en el exterior.

A partir de los datos estimados, se realizó el cálculo del consumo energético para ocho (8) horas diarias de suministro eléctrico, como se observa a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 6. *Cálculo de consumo energético (8 horas diarias)*

Área / Componente	Cantidad	Potencia Unitaria en watos	Potencia Total watos	Horas de Uso horas	Consumo Diario (Wh)
Iluminación interior (LED)	10	110	1.100	8	8.800
Equipos portátiles	12	50	600	8	4.800
Zona Wi-Fi de Carga	1	150	150	8	1.200
Iluminación externa (LED)	5	50	250	12	3.000
TOTAL			2,100		17,800

Fuente: Elaboración propia

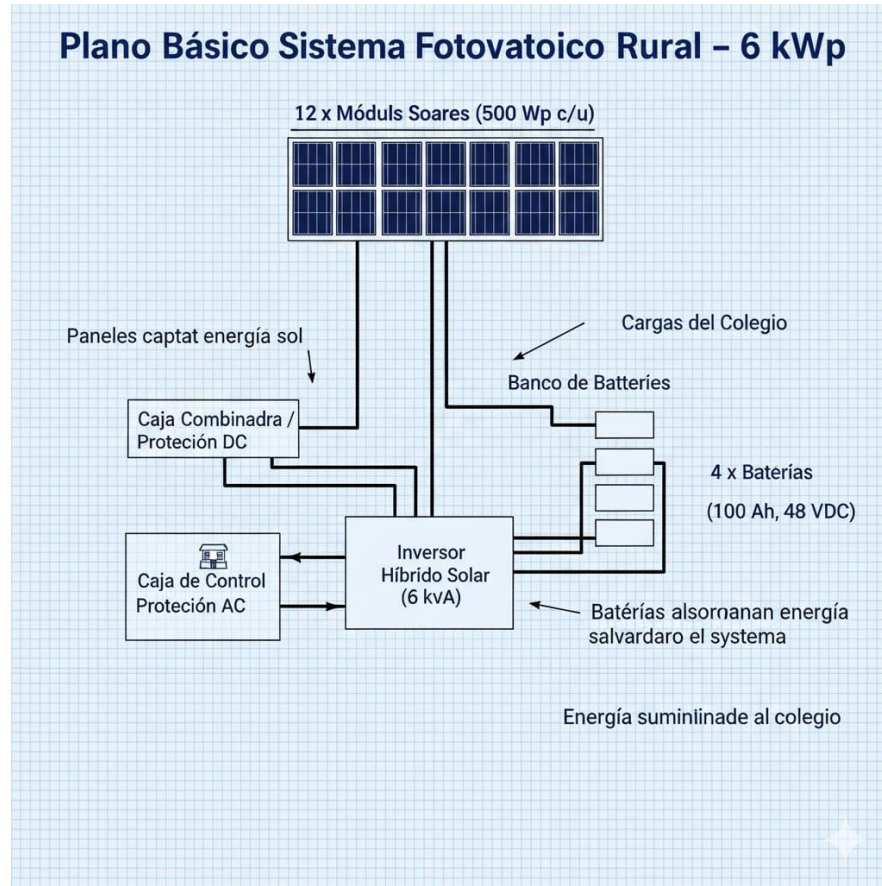
Con base en la tabla anterior, se establecieron los siguientes valores:

- Consumo energético diario total (E diario): 13.2Kwh
- Potencia nominal de 6 kW para el diseño del sistema fotovoltaico
- La energía mínima requerida se encuentra en un valor promedio conservador de 4.5 HSp/día y la energía diaria generada promedio es de 4,944 kWh
- Horas Solares Pico (HSP) en Acacias, Meta: El brillo solar es un buen indicador para el diseño de paneles solares, por lo cual se utiliza el dato de Radiación Solar Global Horizontal (R-SGH). En promedio, las zonas de la Orinoquía como el Meta, suelen tener valores de HSP entre 4.0 y 4.5 kWh/m² por día.

Este diseño incluye todas las características técnicas y especificaciones asegurando el cumplimiento de los estándares de eficiencia y seguridad requeridos. Se especifican los componentes y la configuración para garantizar un suministro eléctrico estable.

El plano diseñado para el Sistema Fotovoltaico y los componentes que hacen parte del mismo se describen a continuación:

Figura 1. Plano del Sistema Fotovoltaico



Fuente: Elaboración propia

Los componentes que se tuvieron en cuenta para el diseño se describen en la siguiente tabla:

Tabla 7. Componentes para el sistema fotovoltaico

Componente	Especificación	Cantidad	Función Principal
Paneles solares 6,000 Wp	Monocristalinos de 500 Wp c/u	12 módulos	Generación de energía solar.
Inversor híbrido	6 kW (con capacidad de gestión de baterías)	1 unidad	Controla, convierte CC a CA, gestiona la carga de baterías y la inyección a red.

Componente	Especificación	Cantidad	Función Principal
Baterías	Baterías litio 100Ah (48 V) y soportes	4 unidades	Almacena la energía solar para uso nocturno o respaldo.
Estructura y accesorios de instalación	Soporte en acero galvanizado y accesorios de instalación	12 soportes	Soporte para los paneles.
Sistema eléctrico fotovoltaico	Tablero de distribución (componentes, cableado, elementos eléctricos y accesorios).	Conjunto	Protege el sistema contra fallas y sobretensiones.
Iluminación	4 lámparas por salón en total 24 4 lámparas Sala de cómputo 4 lámparas Biblioteca 2 lámparas Oficina administración 5 reflectores para iluminación externa	42 lámparas en total	Iluminación del colegio en sus diferentes áreas

Fuente: Elaboración propia

El personal necesario para la ejecución del proyecto en tres (3) meses se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 8. *Personal y plazo de ejecución (3 meses)*

Rol del Personal	Tareas Principales y Enfoque	Dedicación Estimada (3 Meses)
Ingeniero de Gestión de Proyectos (mano de obra)	Fase 1: Planeación y Diseño: Planificación detallada, compra de equipos, logística y permisos.	100% de dedicación en gestión y supervisión. (El costo de la mano de obra se prorratea en estos 3 meses).

Rol del Personal	Tareas Principales y Enfoque	Dedicación Estimada (3 Meses)
	<p>Fase 2: Supervisión: Garantiza el cumplimiento del diseño (RETIE), calidad, seguridad y cronograma.</p> <p>Fase 3: Cierre: Pruebas del sistema, energización, documentación y entrega final al colegio.</p>	
Técnico de instalación (1)	Especialista Fotovoltaico: Instalación y conexión del campo solar (paneles y estructura). Instalación del inversor híbrido y las baterías. Ejecución de las protecciones DC/AC y puesta a tierra del sistema FV.	100% de dedicación durante la fase de instalación (aprox. 4-6 semanas).
Técnico de instalación (2)	Especialista Eléctrico: Responsable de la renovación eléctrica del colegio. Instalación del nuevo Tablero de Distribución Eléctrica (TDE). Tendido de nuevos circuitos de iluminación y tomas (incluyendo la zona Wi-Fi/carga). Instalación de todas las nuevas luminarias LED.	100% de dedicación durante la fase eléctrica (aprox. 6-8 semanas).

Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen proyecta la visual del colegio una vez se hayan implementado los paneles solares:

Figura 2. Imagen de la proyección del colegio con paneles solares



Fuente: Elaboración propia

La valoración económica del proyecto fotovoltaico (6 kw) para el colegio se describe a continuación:

Tabla 9. *Valoración económica del proyecto*

Categoría de Gasto	Detalle de Ítems	Valor Estimado
Equipos y componentes	Paneles solares, inversor híbrido, baterías de respaldo (9.6 kWh), estructuras, protecciones eléctricas, TDE, cableado DC/AC y luminarias LED.	\$ 76.878.558
Mano de obra	Gestión de Proyecto (Ingeniero), Instalación Fotovoltaica (Técnico), Instalación Eléctrica y TDE/LED (Técnico Eléctrico) durante 3 meses.	\$ 9.000.000
Diseño y gestión inicial	Ingeniería de detalle, estudios de viabilidad, planos, memorias de cálculo, y gestión inicial de permisos.	\$ 3.000.000
TOTAL DE LA INVERSIÓN		\$88.878.558

Fuente: Elaboración propia

La inversión total para la implementación del sistema fotovoltaico híbrido de 6 KW y la modernización de la iluminación asciende a OCHENTA Y OCHO MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS COLOMBIANOS (\$88.878.558).

Adicionalmente, se estableció la matriz de riesgos del proyecto, los cuales pueden afectar el alcance, el tiempo o el costo del proyecto, junto con sus estrategias de mitigación.

Tabla 10. *Matriz de Riesgos del proyecto*

Riesgo	Impacto (I)	Probabilidad (P)	Severidad (I x P)	Estrategia de Mitigación
R1. Retraso en la cadena de suministro: Demora en la entrega de paneles o, crucialmente, del inversor híbrido/baterías.	Medio	Media	Media	Confirmar inventario local antes de la compra (Mes 1). Usar proveedores certificados.
R3. Daño Estructural o Filtraciones: El montaje de la	Alto	Baja	Media	Realizar un estudio estructural previo y usar anclajes validados por ingeniería civil, con

Riesgo	Impacto (I)	Probabilidad (P)	Severidad (I x P)	Estrategia de Mitigación
estructura compromete la impermeabilidad o la resistencia del tejado del colegio.				sellado epóxico garantizado.
R4. Interferencia Académica: El ruido o la presencia del personal técnico interrumpe las clases diarias del colegio.	Medio	Media	Media	Coordinar con la administración del colegio los horarios de trabajo (p. ej., trabajar en días no lectivos o concentrar las actividades ruidosas fuera del horario escolar).
R5. Falla en el Sistema de Respaldo: Las baterías no proporcionan las horas de autonomía esperadas durante un corte.	Medio	Baja	Media	Realizar pruebas de descarga y ciclos con carga crítica simulada antes de la entrega formal. Monitorear remotamente el rendimiento de las baterías.

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Cronograma del proyecto

Se elaboró y documentó el Plan Maestro de Implementación, estructurado en cinco fases con una duración total estimada de 12 semanas (3 meses), asegurando la finalización del proyecto en el plazo previsto. El cronograma incluye la asignación de responsables y las tareas necesarias.

Tabla 11. *Cronograma de actividades del proyecto*

Fase	Semanas	Tarea Específica	Responsable Principal
	S-1	Revisión y finalización de Especificaciones Técnicas.	Ingeniería / Gerencia

Fase	Semanas	Tarea Específica	Responsable Principal
Fase 1: Adquisición y logística	S-1 a S-2	Solicitud de cotizaciones y evaluación de proveedores (paneles, baterías, inversores, estructuras).	Compras / Gerencia
	S-3	Negociación, adjudicación del contrato de compra y emisión de órdenes de compra.	Compras / Legal
	S-4	Coordinación logística y recepción de la mayor parte de los componentes principales.	Logística / Ingeniería
Fase 2: Preparación del sitio y preliminares	S-5	Transporte de equipos a la escuela rural (coordinación de ruta crítica).	Logística
	S-5	Adecuación de la ubicación de la Sala de Control (limpieza, seguridad).	Administración
	S-6	Instalación de la subestructura de soporte para los paneles en el tejado/terreno.	Ingeniería Civil
	S-6	Instalación de bandejas portacables para el cableado de potencia y control.	Ingeniería Eléctrica
Fase 3: Instalación y conexión	S-7	Montaje e instalación de todos los paneles fotovoltaicos.	Instaladores Paneles
	S-8	Instalación física de inversores, controladores de carga y banco de baterías.	Ingeniería Eléctrica
	S-9	Cableado eléctrico de corriente continua (DC) y corriente alterna (AC).	Ingeniería Eléctrica
	S-9	Instalación de nuevas luminarias LED en las áreas críticas (aulas, sala de TICs).	Instaladores Eléctricos
Fase 4: Pruebas y	S-10	Pruebas de aislamiento, continuidad y polaridad de todo el sistema.	QA/Ingeniería Eléctrica

Fase	Semanas	Tarea Específica	Responsable Principal
puesta en marcha	S-11	Puesta en Marcha del Sistema Autónomo.	QA/Ingeniería
	S-11	Pruebas de carga y autonomía (verificación de que el sistema soporta las TICs por el tiempo de diseño).	QA/Gerencia
Fase 5: Capacitación y cierre formal	S-12	Taller de Capacitación a "Gestores de Energía" (operación y mantenimiento básico).	Gerencia / Capacitación
	S-12	Entrega y socialización del Manual de Operación y Mantenimiento.	Gerencia
	S-12	Cierre administrativo y entrega formal del proyecto al colegio (Acta de Recibo Final).	Gerencia / Administración

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Establecimiento de hitos y línea base de control

Se definieron los hitos de control del proyecto, sirviendo como la línea base del cronograma. Estos hitos permiten monitorear el progreso y asegurar que la ejecución se mantenga alineada con la planificación para evitar desviaciones en tiempo y costo.

- **Hito Crítico 1:** Finalización de la adquisición de equipos (4 semanas). El incumplimiento afecta directamente el inicio de la instalación.
- **Hito Crítico 2:** Aprobación de las pruebas de puesta en marcha. Este hito verifica la funcionalidad técnica del sistema (11 semanas).
- **Hito Final:** Entrega de la documentación y cierre formal del proyecto, incluyendo la capacitación (Transferencia de Conocimiento) (12 semanas).

Este resultado proporciona la herramienta de gestión necesaria para controlar la ejecución, permitiendo al equipo directivo tomar acciones correctivas inmediatas ante cualquier retraso.

5 DISCUSIÓN

La discusión de este proyecto se centra en contrastar los resultados obtenidos mediante la investigación de campo realizada a través de encuestas, con el marco teórico y los antecedentes establecidos en este documento, considerando que el diseño de un sistema fotovoltaico autónomo no solo resuelve una deficiencia eléctrica técnica, sino que a su vez genera un valor social y educativo medible.

Los hallazgos de este estudio reafirman y amplían las premisas establecidas en el Marco de Referencia:

5.1 La energía como desencadenante de bienestar y equidad

Los resultados de la investigación confirman que la inestabilidad energética es un obstáculo directo para la equidad educativa, tal como lo establece la Teoría de la Inclusión y Equidad Educativa. El hallazgo clave de que el 75% de los docentes percibieron un aumento de estrés y fatiga visual en los estudiantes se correlaciona directamente con el estudio de Choi (Choi, 2018), el cual subraya que una iluminación adecuada garantizada por un suministro estable es fundamental para la concentración y el bienestar. La inestabilidad eléctrica perpetúa una brecha digital, considerando que el 88.9% de los estudiantes manifestó que necesita la energía constante para los recursos tecnológicos (TICs), los cuales son inaccesibles bajo las condiciones actuales.

5.2 Diseño técnico para la confiabilidad y la sostenibilidad

Al optar por una solución aislada como es el diseño propuesto de un sistema fotovoltaico autónomo para un suministro constante de energía, el proyecto se alinea con la necesidad de resolver el problema de la intermitencia que caracteriza a las redes eléctricas en zonas rurales. Este enfoque encuentra respaldo en antecedentes internacionales como los proyectos del Banco Mundial y USAID, que demostraron que la energía solar es una solución sostenible y replicable para escuelas aisladas. La clave es que el diseño está guiado por el Alcance Mínimo Viable (AMV), que prioriza la potencia para TICs y el confort visual (necesidad

expresada por el 38.9% de los estudiantes), integrando así el valor social directamente en el entregable técnico.

5.3 Necesidad social con base en la acción planificada

El resultado de la elaboración y documentación del cronograma detallado (Fases 1 a 5, 12 semanas) representa la solución tangible a los problemas identificados en la investigación de campo, validando el proceso gerencial de traducir la necesidad en acción.

La fase final del cronograma propuesto, dedicada a la capacitación y cierre (Semana 12) y la entrega del Manual de Operación, es un hito directo para cumplir con el Retorno de la Inversión Social (ROIS). Al transferir el conocimiento a los "Gestores de Energía", el cronograma asegura que el valor social (bienestar y continuidad) no dependa del equipo de implementación, sino que se ancle en la comunidad. Este enfoque concuerda con la visión moderna de la Gerencia de Proyectos para el Desarrollo (PM4D), que prioriza la sostenibilidad social sobre la simple finalización técnica.

La estructuración del cronograma en fases controladas (adquisición, Instalación y puesta en marcha) valida el uso de una metodología predictiva robusta (como la propuesta por el PMI). En proyectos de infraestructura energética rural, la Fase 1 (Adquisición) es un Hito Crítico. El cronograma explícitamente asigna 4 semanas a esta fase, reconociendo las complejidades logísticas y de importación que la literatura señala como la principal fuente de desviación en proyectos de energías renovables en zonas aisladas. Esto demuestra que la planificación mitiga los riesgos identificados.

La asignación de la Fase 4 (puesta en marcha y pruebas) de forma exclusiva y detallada es crucial. Este hito es el que verifica si el diseño propuesto cumple con su promesa, asegurando la entrega del valor no negociable que demandó el 88.9% de los estudiantes y el 75% de los docentes.

5.4 Impacto en el campo de estudio

El impacto principal del proyecto radica en la redefinición de los criterios de éxito para la electrificación rural educativa:

- Estandarización basada en el valor: El estudio establece un estándar de diseño que debe ir más allá de los kilovatios (kW). Al demostrar que el 88.9% del valor se concentra en la habilitación de TICs y confort visual, el proyecto exige que los diseños futuros prioricen la calidad de la energía y la renovación de luminarias como entregables críticos, impactando directamente en la gerencia de requisitos del sector.
- Validación de la inversión social: La propuesta de medir el ROIS cuantificando la reducción de la fatiga visual y el estrés valida que la inversión en infraestructura energética es, en esencia, una inversión en capital humano y educativo. Esto proporciona una herramienta gerencial robusta a entidades gubernamentales y ONG para justificar presupuestos con base en el impacto social, alineándose directamente con el ODS 4 (Educación de Calidad).
- Modelo de negocio replicable: Al integrar el diseño técnico, la validación social y el modelo de gestión local, el proyecto establece un modelo de negocio viable y replicable que puede atraer inversión privada y aprovechar los incentivos tributarios del gobierno colombiano para la energía renovable.

5.5 Líneas futuras de investigación

Como resultado del proceso investigativo, se plantean las siguientes líneas de investigación para profundizar en el campo de estudio:

- Medición práctica del retorno de la inversión social (ROIS) luego de la implementación: Cuantificar el cambio real en los indicadores de bienestar (estrés, fatiga visual) y rendimiento académico de estudiantes y docentes, comparando datos de la línea base (antes de la instalación) con datos posteriores a la implementación del sistema fotovoltaico. Esto permitiría verificar el impacto real del valor social entregado.
- Análisis de escalabilidad y adaptabilidad del modelo de sostenibilidad: Investigar la eficacia y los desafíos de replicar el modelo de Gestores de Energía (capacitación administrativa para el mantenimiento básico) en colegios rurales con diferentes niveles de aislamiento geográfico y acceso a recursos técnicos. Esto permitiría refinar el manual de operación para hacerlo más resiliente y universal.

- Impacto de la conexión constante a TICs en la innovación pedagógica: Estudiar cómo la disponibilidad ininterrumpida de electricidad y acceso a internet, habilitada por el sistema fotovoltaico, influye en la creatividad pedagógica y el uso de nuevos recursos digitales por parte de los docentes. Esto evaluaría el impacto cualitativo de la estabilidad energética en la transformación curricular del aula rural.

6 CONCLUSIONES

Frente a las expectativas y necesidades del personal administrativo, estudiantes y docentes se logró determinar con precisión que la inestabilidad eléctrica es la principal barrera para la calidad del ambiente de aprendizaje. El análisis cuantitativo de las encuestas validó la necesidad de un suministro constante y estable (88.9% de los estudiantes) para habilitar el uso de TICs y mitigar el estrés y la fatiga visual (75% de los docentes). Esta identificación permitió establecer un Alcance Mínimo Viable claro, donde la solución técnica debe priorizar la potencia para equipos informáticos y la renovación de luminarias, asegurando que el diseño responda directamente a los requisitos sociales y de bienestar de la comunidad educativa.

Con base en las expectativas y necesidades expuestas por la comunidad educativa se logró diseñar un sistema de energía fotovoltaica como provisión de suministro eléctrico constante, el cual es técnicamente viable y se encuentra alineado con los requisitos de fiabilidad. El diseño garantiza un suministro eléctrico 24/7, eliminando la dependencia de la red rural intermitente y protegiendo los equipos electrónicos sensibles. La integración del diseño con el objetivo de bienestar se refleja en la especificación de sistemas de iluminación eficientes, reduciendo la demanda energética total y mejorando el confort visual. Por lo tanto, el diseño no es solo una solución energética, sino un diseño de infraestructura para la equidad educativa y el bienestar.

7 RECOMENDACIONES

El diseño del sistema fotovoltaico se llevará a cabo inicialmente en un solo colegio, lo cual permitirá validar la sostenibilidad del proyecto, medir el Retorno de la Inversión Social (ROIS) de manera efectiva y ajustar el diseño técnico antes de su replicación. Este enfoque en fases no solo mitiga riesgos y optimiza costos, sino que también facilita la recopilación de datos concretos esenciales para la toma de decisiones. Paralelamente, puede desarrollarse un módulo educativo sobre energía renovable para los estudiantes, promoviendo la conciencia ambiental desde temprana edad. Esta integración pedagógica fomenta que los estudiantes perciban el sistema como un recurso valioso para el aprendizaje y se responsabilicen activamente de su cuidado, asegurando así la promoción y sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

Se sugiere explorar un modelo de financiamiento híbrido que combine el capital inicial de fondos gubernamentales o de ONG con un esquema de micro-mantenimiento donde la comunidad educativa contribuya con una pequeña cuota mensual simbólica. Esta contribución puede destinarse a un fondo de reserva para reparaciones mayores o reemplazo de componentes (como las baterías a largo plazo), lo que empodera a la comunidad y garantiza la sostenibilidad financiera.

Se recomienda transformar el plan de seguimiento post-implementación en un estudio longitudinal de casos comparados a 1 y 2 años, extendiendo la investigación a otros colegios rurales con necesidades similares que sirvan como grupo de control. El objetivo es aplicar las encuestas de seguimiento (línea base) tanto en el colegio intervenido como en los colegios de control para cuantificar y contrastar de forma rigurosa la reducción de la fatiga visual, el estrés y el aumento en el uso de TICs, validando prácticamente el Retorno de la Inversión Social (ROIS). Esta documentación generará una base de evidencia contundente que posicionará el proyecto como un modelo de política pública replicable para la electrificación educativa rural ante futuras entidades financiadoras y de cooperación.

Referencias

- ARQA EMPRESAS. (02 de 03 de 2023). *Vuelta a clases: cómo incide la calidad del aire y la temperatura del aula en el rendimiento*. Obtenido de <https://arqa.com/empresas/novedades/calidad-del-aire-y-la-temperatura-del-aula.html>
- Barberá Santos, D. (6 de Abril de 2025). *Los módulos fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos (llamados a veces paneles)*. Obtenido de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/70271/fichero/02+INTRODUCCI%C3%93N+A+LA+ENERG%C3%8DA+FOTOVOLTAICA%252FIntroducci%C3%B3n+a+la+Energ%C3%ADa+Fotovoltaica.pdf>
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la Investigación*. Pearson.
- BID. (2022). *Electrificación rural con energía solar fotovoltaica en América Latina: una guía para la implementación*.
- Brundtland Commission. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.
- Choi, I. S. (2018). The effect of classroom lighting on students' academic performance and visual fatigue. *Journal of Educational Psychology*, 25(3), 150-165.
- Congreso de la República. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Bogotá.
- Convenio Interadministrativo No. 263 de 2017 suscrito entre la Nación – Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Artesanías de Colombia, S.A. (15 de Diciembre de 2017). *Documento diagnóstico diferencial del Resguardo Wacoyo de la etnia Sikuani de Puerto Gaitán, Meta*. Obtenido de <https://repositorio.artesaniasdecolombia.com.co/bitstream/001/4143/1/INST-D%202017.%2064.pdf>
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.

Garrido, G. J. (2017). *Documento diagnóstico diferencial del Resguardo Wacoyo de la etnia Sikuani de Puerto Gaitán, Meta. En Programa de Fortalecimiento Productivo y Empresarial para los Pueblos Indígenas de Colombia*. Obtenido de <https://rutasdelconflicto.com/especiales/conflicto-continua/altillanura/pueblos-indigenas.html>

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). Las tres rutas de investigación científica: enfoques cualitativo, cuantitativo y mixto. (pp 1-23). En R. y. Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (págs. 1-23). McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R. y. (2018). El inicio del proceso cualitativo: planteamiento del problema, revisión a la literatura, surgimiento de la hipótesis e inmersión en el campo. En R. y. Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (págs. 388-423). McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R. y. (2018). El planteamiento del problema en la ruta cuantitativa. En R. y. Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (págs. 38-67). McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R. y. (2018). La idea de investigación: el origen de las rutas de la indagación científica, el nacimiento de un proyecto de investigación. En R. y. Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (págs. 24-36). McGraw-Hill.

IRENA. (2023). Renewable Power Generation Costs in 2022.

Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. John Wiley & Sons.

Khandker, S. R., Barnes, D. F., & Samad, H. A. (2017). *The Welfare Impacts of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits*. World Bank Publications.

Pelmorex Corp. (22 de Marzo de 2025). *Clima Colombia*. Obtenido de Clima.com: <https://www.clima.com/colombia/meta/puerto-gaitan>

- Pontificia Universidad Javeriana. (2024). *Informe No. 98. Calidad Educativa en Zonas Rurales de Colombia: Un Camino por Recorrer*. Obtenido de Laboratorio de Economía de la Educación (LEE): <https://lee.javeriana.edu.co/publicaciones-y-documentos>
- Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) – Seventh Edition*. PMI.
- Reinders, A., van der Toom, T., & van der Waart, R. (2019). *The Solar Revolution: From Green Energy to Green Buildings*. Routledge.
- Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press.
- Slevin, D. P., & Pinto, J. K. (1987). The Project Implementation Profile: New Tool for Project Managers. *Project Management Journal*. 18(4), 57-70.
- Solmic. (27 de 09 de 2025). *Incentivos tributarios energías renovables en Colombia*. Obtenido de <https://www.solmic.co/incentivos-tributarios-energias-renovables>
- Solmic. (27 de 09 de 2025). *Paneles solares en zonas rurales: Iluminando el camino hacia un futuro sostenible*. Obtenido de <https://www.solmic.co/paneles-solares-en-zonas-rurales>
- Sorensen, B. (2017). *Renewable Energy: Physics, Engineering, Environmental Impacts, Economics and Policy*. Academic Press.
- UNDP. (2020). *Renewable Energy in Rural Schools: Lessons from Peru*.
- UNESCO. (2017). *Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación*.
- UNESCO. (2020). *Global Education Monitoring Report 2020: Inclusion and education: All means all*.
- UNICEF. (2020). *State of the World's Children 2020*.
- USAID. (2023). *Energy for Development in Sub-Saharan Africa*.
- World Bank. (2019). *World Development Report 2019: The Changing Nature of Work*.
- World Bank. (2021). *Lighting Up Togo: The impact of solar electrification in rural schools*.

ANEXOS**Anexo 1. Encuesta Personal Administrativo****Encuesta sobre la Percepción y el Uso de Soluciones Fotovoltaicas personal Administrativo**

Objetivo: Evaluar la percepción del personal administrativo sobre la implementación de sistemas de energía fotovoltaica y su potencial uso en la oficina.

Instrucciones: Por favor, responda las siguientes preguntas marcando la opción que mejor describa su experiencia o escribiendo su respuesta. Su participación es voluntaria y la información será tratada de forma confidencial.

COLEGIO _____

DEPARTAMENTO _____

MUNICIPIO _____

1. Percepción sobre las Condiciones Actuales

1.1. ¿Con qué frecuencia la falta o interrupción de energía eléctrica afecta su productividad diaria?

- Muy frecuentemente
- Frecuentemente
- Ocasionalmente
- Raramente
- Nunca

1.2. ¿Cómo calificaría la confiabilidad del servicio eléctrico actual para el funcionamiento de equipos de oficina (computadoras, impresoras, proyectores, etc)?

- Muy poco fiable
- Poco fiable
- Regular
- Fiable
- Muy fiable

2. Interés en las Soluciones Fotovoltaicas

2.1. ¿Está familiarizado(a) con la energía solar como una solución energética?

- Sí
- No

2.2. ¿Considera que la implementación de un sistema de energía fotovoltaica podría mejorar la calidad de la energía en el plantel educativo?

- Sí
- No

2.3. ¿Qué tan importante considera que es para el colegio lograr un ahorro en el recibo de energía?

- Muy importante
- Importante
- Neutral
- Poco importante
- Nada importante

3. Beneficios Esperados y Potencial de Uso

3.1. ¿Qué beneficio principal esperaría que un sistema de energía solar le brindara a su trabajo en el plantel educativo? (Elija solo una opción)

- Mayor seguridad para los equipos
- Suministro de energía constante y fiable
- Mejor iluminación en la institución
- Reducción del estrés en el plantel
- Mayor eficiencia en las tareas administrativas

3.2. ¿Considera que la disponibilidad de energía constante le permitiría realizar tareas que actualmente no puede hacer por la falta de electricidad?

- Sí
 - No
-

3.3. ¿Qué tan probable es que el área administrativa use de manera regular el nuevo sistema de energía solar para su operación diaria?

- Muy probable
- Probable
- Poco probable
- Nada probable

¡Muchas gracias por su colaboración!

Anexo 2. Encuesta estudiantes

Encuesta sobre cómo la Energía Solar puede Mejorar tu Aprendizaje

Objetivo: Conocer tu opinión para mejorar las condiciones de estudio en nuestro colegio con energía solar.

Instrucciones: Tu opinión es muy importante. Por favor, marca la opción que mejor describa lo que piensas.

COLEGIO _____

DEPARTAMENTO _____

MUNICIPIO _____

1. ¿Qué tan importantes son estas cosas para ti?

1.1. Para mí, tener **buena luz** en mi salón de clases para leer y escribir es:

- Muy importante
- Importante
- No muy importante
- No me importa

1.2. Para mí, tener **luz en las mañanas y en las tardes** para llegar y salir del colegio con seguridad es:

- Muy importante
- Importante
- No muy importante
- No me importa

2. Sobre la Tecnología y el Internet

2.1. ¿Crees que usar computadoras, proyectores o tener internet en clase te ayuda a aprender más?

- Sí, me ayuda mucho
- Sí, me ayuda un poco
- No me ayuda mucho

- No me ayuda en nada
-

3. Sobre la energía solar y sus beneficios

3.1. ¿Qué tan buena idea te parece usar energía solar para que ayude a mejorar la calidad de la luz en el colegio?

- Muy buena idea
- Buena idea
- Mala idea

3.2. Si se instalan paneles solares, ¿qué beneficio crees que te ayudará más en tus clases? (Elige solo una opción)

- Tener luz para poder leer y escribir mejor.
- Poder usar computadoras e internet para investigar y hacer tareas.
- Aprender más sobre tecnología y cómo cuidar el medio ambiente.

Muchas Gracias!!

Anexo 3. Encuesta personal docente

Encuesta sobre la percepción docente de las soluciones de energía solar

Objetivo: Conocer la opinión de los docentes sobre la viabilidad de implementar sistemas de energía solar y su impacto en la calidad de la enseñanza y el ambiente de trabajo.

Instrucciones: Su perspectiva es vital para este proyecto. Por favor, responda las siguientes preguntas marcando la opción que mejor describa su experiencia. La información es confidencial.

COLEGIO _____

DEPARTAMENTO _____

MUNICIPIO _____

1. Condiciones Energéticas y de Trabajo Actuales

1.1. ¿Con qué frecuencia la inestabilidad o falta de energía eléctrica afecta sus clases y la planificación de sus actividades?

- Muy frecuentemente
- Frecuentemente
- Ocasionalmente
- Nunca

1.2. ¿Considera que las condiciones energéticas actuales aumentan el nivel de estrés o fatiga de los estudiantes?

- Sí, mucho
- Sí, un poco
- No, casi no
- No, para nada

2. Uso de Recursos Tecnológicos y Conectividad

2.1. ¿Qué tan a menudo puede usar recursos tecnológicos (proyector, computadora, impresora) en sus clases?

- Siempre
- La mayoría de las veces

- A veces

- Nunca

2.2. ¿Qué tan estable es el servicio de internet en el colegio?

- Muy inestable

- Inestable

- Regular

- Estable

- Muy estable

2.3. ¿Cree que tener acceso constante a internet y tecnología mejoraría su capacidad para enseñar?

- Sí, mucho

- Sí, un poco

- No, casi no

- No, para nada

3. Viabilidad de las Soluciones Fotovoltaicas

3.1. ¿Qué tan familiarizado(a) está con el uso de paneles solares como fuente de energía?

- Muy familiarizado(a)

- Familiarizado(a)

- Poco familiarizado(a)

- Nada familiarizado(a)

3.2. ¿Qué tan viable considera que es la instalación de un sistema de energía solar en el colegio para mejorar las condiciones de energía?

- Muy viable

- Viable

- Poco viable

- Nada viable

3.3. ¿Cuál de los siguientes beneficios de la energía solar sería más significativo para usted? (Elija solo uno)

- Reducir el estrés al no tener que improvisar las clases.
- Mejorar la iluminación para proteger mi vista y la de los estudiantes.
- Poder usar más tecnología en el aula.
- Facilitar el acceso a internet para investigación y planificación de clases.

3.4. ¿Considera que el uso de energía solar podría mejorar su bienestar laboral y profesional a largo plazo?

- Sí
- No

¡Muchas gracias por su valiosa colaboración!

Anexo 4. Respuesta a las encuestas

Encuesta administrativa

Figura 3. Encuesta administrativa (Administrativa)

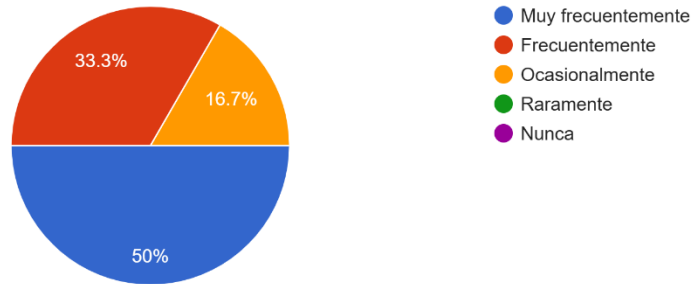
COLEGIO	DEPARTAMENTO	CIUDAD/MUNICIPIO/VEREDA	1. Percepción sobre las Condiciones Actuales 1.1. ¿Con qué frecuencia la falta o interrupción de energía eléctrica afecta su productividad diaria?	1.2. ¿Cómo calificaría la fiabilidad del servicio eléctrico actual para el funcionamiento de equipos de oficina (computadoras, impresoras, proyectores, etc.)?	2. Interés en las Soluciones con energía solar 2.1. ¿Esta familiarizado(a) con la energía solar como una solución energética?	2.2. ¿Considera que la implementación de un sistema de energía fotovoltaica podría mejorar la calidad de la energía en el plantel educativo?	2.3. ¿Qué tan importante considera que es para el colegio lograr un ahorro en el recibo de energía?	3. Beneficios Esperados y Potencial de Uso 3.1. ¿Qué beneficio principal esperaría que un sistema de energía solar le brindará a su trabajo en el plantel educativo? (Elija solo una opción)	3.2. ¿Considera que la disponibilidad de energía constante le permitiría realizar tareas que actualmente no puede hacer por la falta de electricidad?	3.3. ¿Qué tan probable es que el área administrativa use de manera regular el sistema de energía solar para su operación diaria?
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Muy frecuentemente	Muy poco fiable	Si	Si	Muy importante	Suministro de energía constante y fiable	Si	Muy probable
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Frecuentemente	Poco fiable	Si	Si	Importante	Mayor seguridad para los equipos	Si	Probable
Campestre san José	Meta	Acacias - vereda la Cecillita	Muy frecuentemente	Muy poco fiable	Si	Si	Muy importante	Suministro de energía constante y fiable	Si	Muy probable
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias-vereda el centro	Muy frecuentemente	Muy poco fiable	No	Si	Muy importante	Mayor eficiencia en las tareas administrativas	Si	Muy probable
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias-vereda el centro	Ocasionalmente	Regular	Si	Si	Importante	Reducción del estrés en el plantel	No	Probable
Campestre san José	Meta	Acacias - vereda la Cecillita	Frecuentemente	Poco fiable	Si	Si	Importante	Mayor seguridad para los equipos	Si	Probable
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Muy frecuentemente	Muy poco fiable	Si	Si	Muy importante	Suministro de energía constante y fiable	Si	Muy probable
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Ocasionalmente	Regular	Si	Si	Importante	Mayor eficiencia en las tareas administrativas	Si	Probable
Campestre san José	Meta	Acacias - Vereda Cecillita	Muy frecuentemente	Muy poco fiable	No	Si	Muy importante	Mayor seguridad para los equipos	Si	Muy probable
Santa Teresita	Meta	Acacias-vereda Dinamarca	Frecuentemente	Poco fiable	Si	Si	Muy importante	Suministro de energía constante y fiable	Si	Muy probable
Santa Teresita	Meta	Acacias-vereda Dinamarca	Muy frecuentemente	Muy poco fiable	No	Si	Muy importante	Mayor seguridad para los equipos	Si	Muy probable
Campestre san José	Meta	Acacias - vereda la Cecillita	Frecuentemente	Regular	Si	Si	Neutral	Mejor iluminación en la institución	No	Poco probable

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Afectación de la productividad (Administrativa)

1. Percepción sobre las Condiciones Actuales 1.1. ¿Con qué frecuencia la falta o interrupción de energía eléctrica afecta su productividad diaria?

12 respuestas

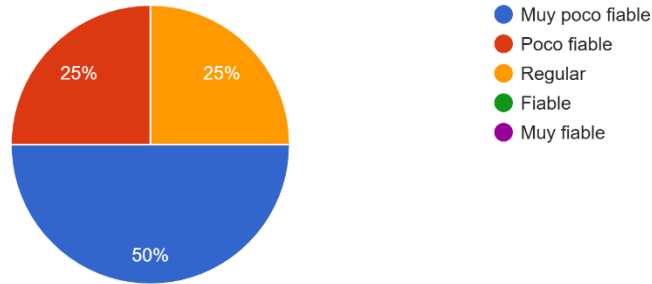


Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Fiabilidad del servicio (Administrativa)

1.2. ¿Cómo calificaría la fiabilidad del servicio eléctrico actual para el funcionamiento de equipos de oficina (computadoras, impresoras, proyectores, etc.)?

12 respuestas

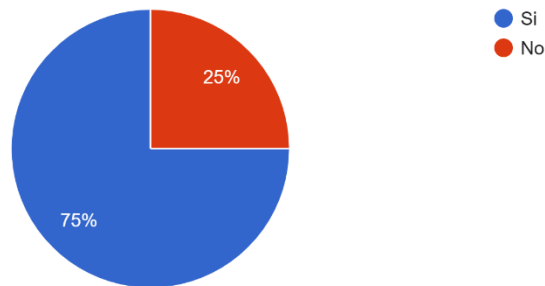


Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Interés en soluciones fotovoltaicas (Administrativa)

2. Interés en las Soluciones con energía solar 2.1. ¿Esta familiarizado(a) con la energía solar como una solución energética?

12 respuestas

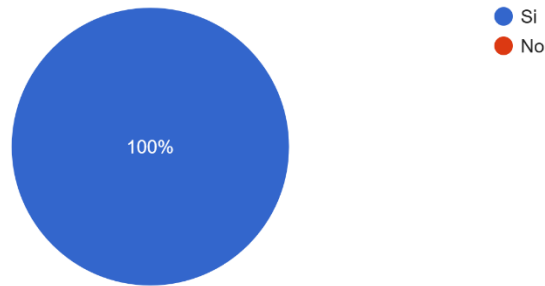


Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Mejora de la calidad de la energía (Administrativa)

2.2. ¿Considera que la implementación de un sistema de energía fotovoltaica podría mejorar la calidad de la energía en el plantel educativo?

12 respuestas

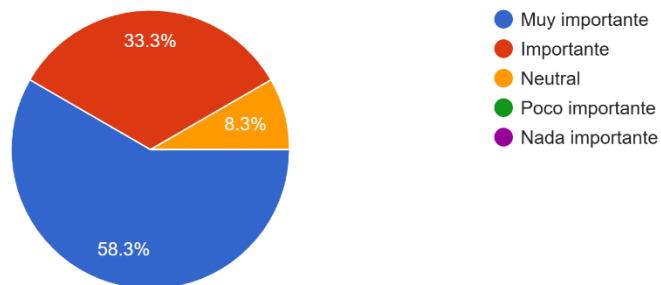


Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Ahorro en el recibo de la energía (Administrativa)

2.3. ¿Qué tan importante considera que es para el colegio lograr un ahorro en el recibo de energía?

12 respuestas

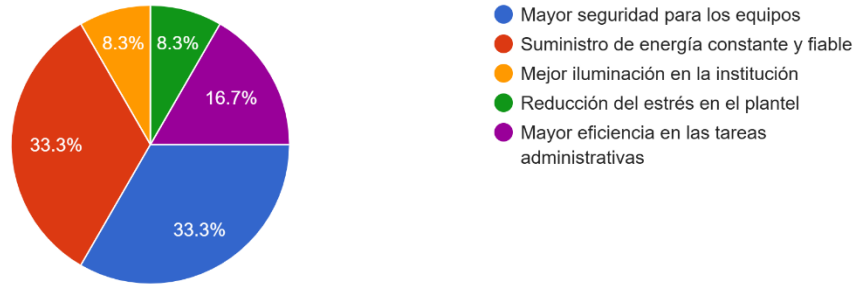


Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Beneficios esperados (Administrativa)

3. Beneficios Esperados y Potencial de Uso 3.1. ¿Qué beneficio principal esperaría que un sistema de energía solar le brindará a su trabajo en el plantel educativo? (Elija solo una opción)

12 respuestas

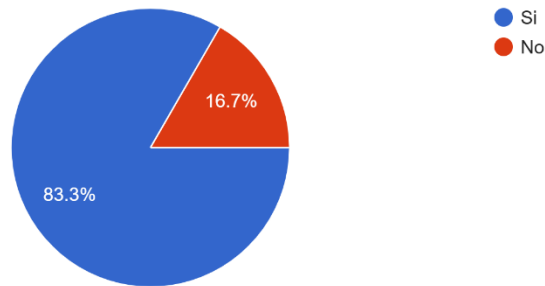


Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Tareas adicionales (Administrativa)

3.2. ¿Considera que la disponibilidad de energía constante le permitiría realizar tareas que actualmente no puede hacer por la falta de electricidad?

12 respuestas

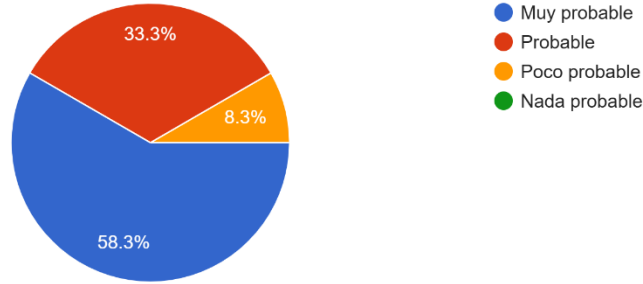


Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Uso del sistema de energía solar (Administrativa)

3.3. ¿Qué tan probable es que el área administrativa use de manera regular el sistema de energía solar para su operación diaria?

12 respuestas



Fuente: Elaboración propia

Encuesta docentes

Figura 12. Encuesta a Docentes

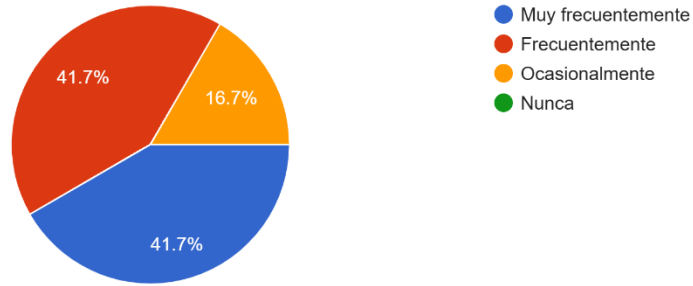
COLEGIO	DEPARTAMENTO	CIUDAD/MUNICIPIO/VEREDA	1. Condiciones Energéticas y de Trabajo Actuales 1.1. ¿Con qué frecuencia la inestabilidad o falta de energía eléctrica afecta sus clases y la planificación de sus actividades?	1.2. ¿Considera que las condiciones energéticas actuales aumentan el nivel de estrés o fatiga de los estudiantes?	2. Uso de Recursos Tecnológicos y Conectividad 2.1. ¿Qué tan a menudo puede usar recursos tecnológicos (proyector, computadores, impresora) en sus clases?	2.2. ¿Qué tan estable es el servicio de internet en el colegio?	2.3. ¿Cree que tener acceso constante a internet y tecnología mejoraría su capacidad para enseñar?	3. Viabilidad de las Soluciones Fotovoltaicas 3.1. ¿Qué tan familiarizado(a) está con el uso de paneles solares como fuente de energía?	3.2. ¿Qué tan viable considera que es la instalación de un sistema de energía solar en el colegio, para mejorar las condiciones del energía?	3.3. ¿Cuál de los siguientes beneficios de la energía solar sería más significativo para usted? (Elija solo uno)	3.4. ¿Considera que el uso de energía solar podría mejorar su bienestar laboral y profesional a largo plazo?
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Muy frecuentemente	Si, mucho	Nunca	Muy inestable	Si, mucho	Poco familiarizado(a)	Muy viable	Reducir el estrés al no tener que improvisar las clases.	Si
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Frecuentemente	Si, un poco	A veces	Inestable	Si, un poco	Familiarizado(a)	Viable	Poder usar más tecnología en el aula.	Si
Campestre san Jose	Meta	Acacias - vereda la Cecilita	Muy frecuentemente	Si, mucho	Nunca	Inestable	Si, mucho	Muy familiarizado(a)	Viable	Mejorar la iluminación para proteger mi vista y la de los estudiantes.	Si
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Muy frecuentemente	Si, mucho	Nunca	Muy inestable	Si, un poco	Nada familiarizado(a)	Muy viable	Mejorar la iluminación para proteger mi vista y la de los estudiantes.	Si
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Ocasionalmente	No, casi no	La mayoría de las veces	Regular	Si, un poco	Familiarizado(a)	Viable	Facilitar el acceso a internet para investigación y planificación de clases.	Si
Campestre san jose	Meta	Acacias - Vereda la Cecilita	Frecuentemente	Si, un poco	La mayoría de las veces	Regular	Si, un poco	Poco familiarizado(a)	Muy viable	Mejorar la iluminación para proteger mi vista y la de los estudiantes.	Si
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Muy frecuentemente	Si, mucho	Nunca	Muy inestable	Si, un poco	Muy familiarizado(a)	Muy viable	Reducir el estrés al no tener que improvisar las clases.	Si
Campestre san jose	Meta	Acacias - vereda la Cecilita	Frecuentemente	No, casi no	Siempre	Inestable	Si, un poco	Poco familiarizado(a)	Viable	Reducir el estrés al no tener que improvisar las clases.	Si
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Frecuentemente	Si, un poco	A veces	Regular	Si, un poco	Familiarizado(a)	Viable	Facilitar el acceso a internet para investigación y planificación de clases.	Si
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Muy frecuentemente	Si, mucho	Nunca	Inestable	Si, un poco	Poco familiarizado(a)	Muy viable	Poder usar más tecnología en el aula.	Si
Campestre san jose	Meta	Acacias - Vereda la Cecilita	Frecuentemente	Si, mucho	La mayoría de las veces	Muy inestable	Si, un poco	Muy familiarizado(a)	Muy viable	Reducir el estrés al no tener que improvisar las clases.	Si
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Ocasionalmente	No, para nada	La mayoría de las veces	Estable	Si, un poco	Muy familiarizado(a)	Muy viable	Facilitar el acceso a internet para investigación y planificación de clases.	Si

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. *Afección de la inestabilidad en clases (Docentes)*

1. Condiciones Energéticas y de Trabajo Actuales 1.1. ¿Con qué frecuencia la inestabilidad o falta de energía eléctrica afecta sus clases y la planificación de sus actividades?

12 respuestas

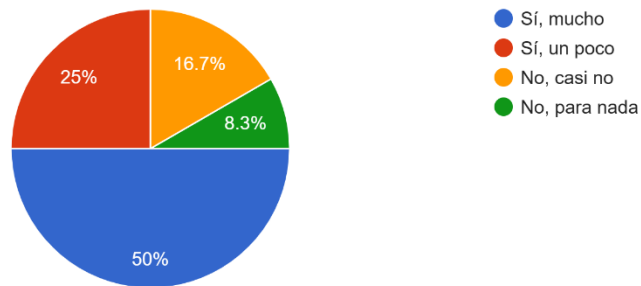


Fuente: Elaboración propia

Figura 14. *Nivel de estrés en los estudiantes (Docentes)*

1.2. ¿Considera que las condiciones energéticas actuales aumentan el nivel de estrés o fatiga de los estudiantes?

12 respuestas

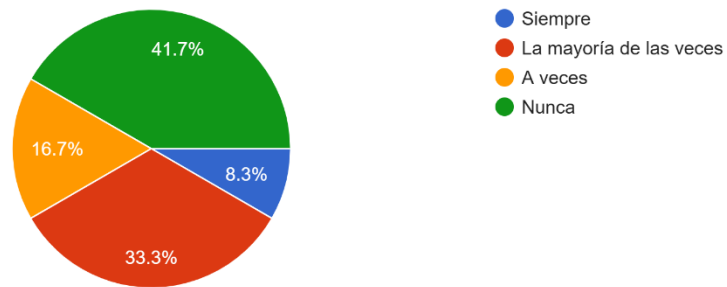


Fuente: Elaboración propia

Figura 15. *Uso de recursos tecnológicos (Docentes)*

2. Uso de Recursos Tecnológicos y Conectividad 2.1. ¿Qué tan a menudo puede usar recursos tecnológicos (proyector, computadora, impresora) en sus clases?

12 respuestas

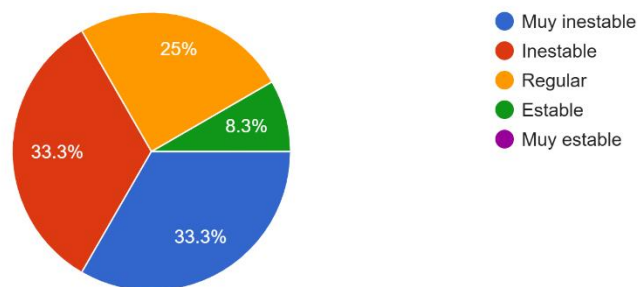


Fuente: Elaboración propia

Figura 16. *Estabilidad del servicio de internet (Docentes)*

2.2. ¿Qué tan estable es el servicio de internet en el colegio?

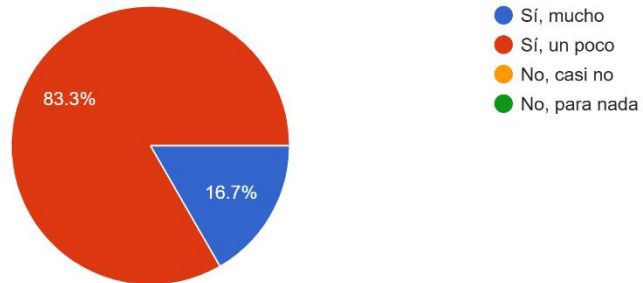
12 respuestas



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Acceso a internet y docencia (Docentes)

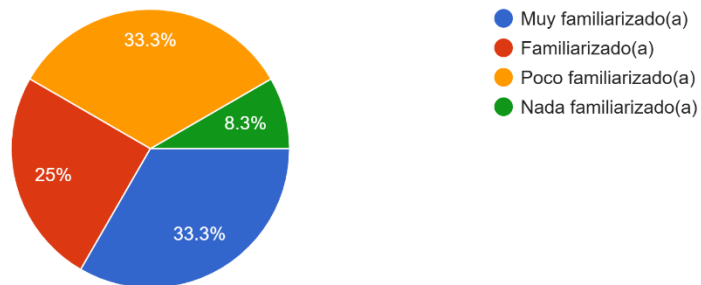
2.3. ¿Cree que tener acceso constante a internet y tecnología mejoraría su capacidad para enseñar?
12 respuestas



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Familiaridad con paneles solares (Docentes)

3. Viabilidad de las Soluciones Fotovoltaicas 3.1. ¿Qué tan familiarizado(a) está con el uso de paneles solares como fuente de energía?
12 respuestas

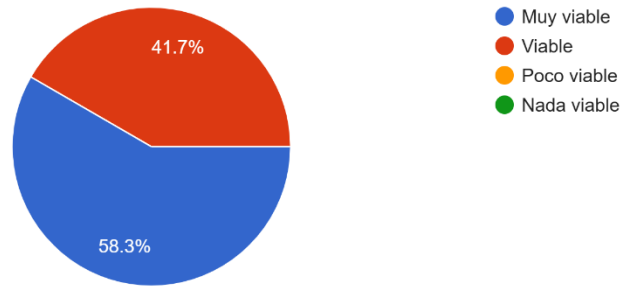


Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Viabilidad de instalación (Docentes)

3.2. ¿Qué tan viable considera que es la instalación de un sistema de energía solar en el colegio, para mejorar las condiciones del energía?

12 respuestas

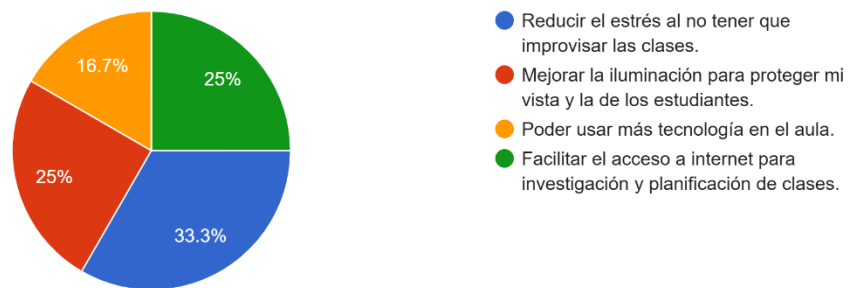


Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Beneficios de la energía solar (Docentes)

3.3. ¿Cuál de los siguientes beneficios de la energía solar sería más significativo para usted? (Elija solo uno)

12 respuestas

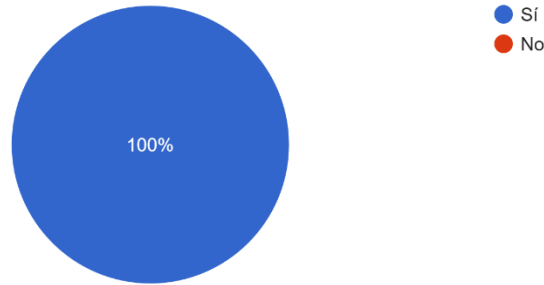


Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Bienestar laboral (Docentes)

3.4. ¿Considera que el uso de energía solar podría mejorar su bienestar laboral y profesional a largo plazo?

12 respuestas



Fuente: Elaboración propia

Encuestas estudiantes

Figura 22. Encuesta a estudiantes

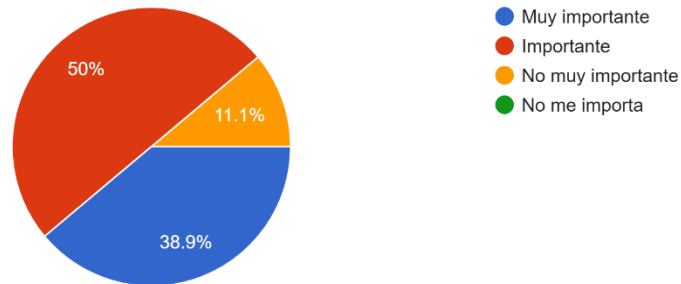
COLEGIO	DEPARTAMENTO	CIUDAD/MUNICIPIO/VEREDA	1. ¿Qué tan importantes son estas cosas para ti? 1.1. Para mí, tener buena luz en mi salón de clases para leer y escribir es:	1.2. Para mí, tener luz en las mañanas o en las tardes para llegar y salir del colegio con seguridad es:	2. Sobre la Tecnología y el Internet 2.1. ¿Crees que usar computadoras, proyectores o tener internet en clase te ayuda a aprender más?	3. Sobre los energía solares y sus beneficios 3.1. ¿Qué tan buena idea te parece usar energía solar para ayudar a mejorar la calidad de la luz en el colegio?	3.2. Si se instalan paneles solares, ¿qué beneficio crees que te ayudará más en tus clases? (Elige solo una opción)
Campestre san jose	Meta	Acacias - vereda la Cecilita	Muy importante	Muy importante	Sí, me ayuda un poco	Buena idea	Tener luz para poder leer y escribir mejor.
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Muy importante	Muy importante	Sí, me ayuda un poco	Buena idea	Poder usar computadoras e internet para investigar y hacer tareas.
Campestre san jose	Meta	Acacias - vereda la Cecilita	Importante	Importante	Sí, me ayuda mucho	Muy buena idea	Poder usar computadoras e internet para investigar y hacer tareas.
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Importante	Muy importante	Sí, me ayuda mucho	Buena idea	Poder usar computadoras e internet para investigar y hacer tareas.
Campestre san jose	Meta	Acacias - vereda la Cecilita	Muy importante	Muy importante	Sí, me ayuda mucho	Muy buena idea	Tener luz para poder leer y escribir mejor.
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	No muy importante	Importante	Sí, me ayuda un poco	Buena idea	Aprender más sobre tecnología y cómo cuidar el medio ambiente.
Campestre san jose	Meta	Acacias - vereda la Cecilita	Importante	Importante	Sí, me ayuda un poco	Muy buena idea	Tener luz para poder leer y escribir mejor.
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Importante	Importante	Sí, me ayuda mucho	Muy buena idea	Tener luz para poder leer y escribir mejor.
Campestre san jose	Meta	Acacias - Vereda la Cecilita	No muy importante	Muy importante	Sí, me ayuda mucho	Buena idea	Tener luz para poder leer y escribir mejor.
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Muy importante	Importante	Sí, me ayuda un poco	Muy buena idea	Poder usar computadoras e internet para investigar y hacer tareas.
Liceo Mundo del saber	Meta	Acacias - vereda el centro	Importante	Muy importante	Sí, me ayuda un poco	Buena idea	Poder usar computadoras e internet para investigar y hacer tareas.
Campestre san jose	Meta	Acacias - vereda la Cecilita	Importante	Importante	Sí, me ayuda mucho	Buena idea	Poder usar computadoras e internet para investigar y hacer tareas.
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Importante	Importante	Sí, me ayuda un poco	Buena idea	Aprender más sobre tecnología y cómo cuidar el medio ambiente.
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Muy importante	Importante	Sí, me ayuda un poco	Muy buena idea	Poder usar computadoras e internet para investigar y hacer tareas.
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Muy importante	Importante	Sí, me ayuda un poco	Buena idea	Tener luz para poder leer y escribir mejor.
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Muy importante	Muy importante	Sí, me ayuda mucho	Muy buena idea	Tener luz para poder leer y escribir mejor.
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Importante	Muy importante	Sí, me ayuda mucho	Muy buena idea	Tener luz para poder leer y escribir mejor.
Santa Teresita	Meta	Acacias - vereda Dinamarca	Importante	Importante	Sí, me ayuda un poco	Buena idea	Tener luz para poder leer y escribir mejor.

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Buena luz para leer (Estudiantes)

1. ¿Qué tan importantes son estas cosas para ti? 1.1. Para mí, tener buena luz en mi salón de clases para leer y escribir es:

18 respuestas

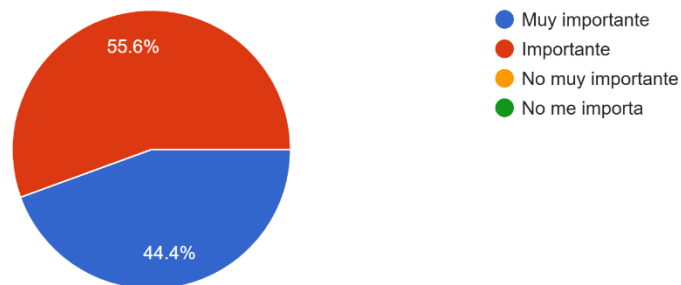


Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Llegada y salida del colegio (Estudiantes)

1.2. Para mí, tener luz en las mañanas o en las tardes para llegar y salir del colegio con seguridad es:

18 respuestas

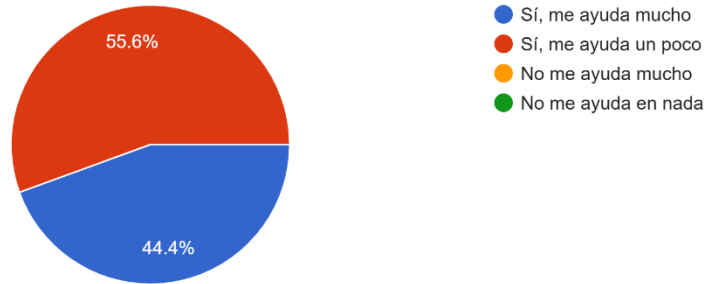


Fuente: Elaboración propia

Figura 25. *Uso de computadores y demás (Estudiantes)*

2. Sobre la Tecnología y el Internet 2.1. ¿Crees que usar computadoras, proyectores o tener internet en clase te ayuda a aprender más?

18 respuestas

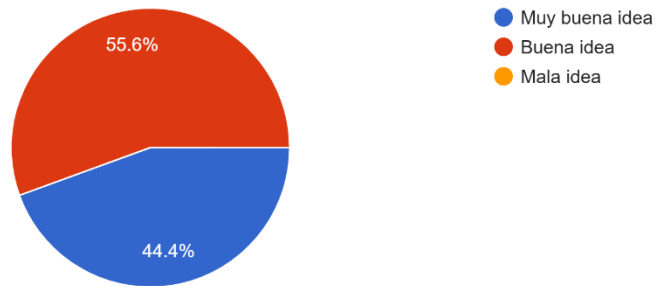


Fuente: Elaboración propia

Figura 26. *Mejora de la calidad de luz (Estudiantes)*

3. Sobre los energía solares y sus beneficios 3.1. ¿Qué tan buena idea te parece usar energía solar para ayudar a mejorar la calidad de la luz en el colegio?

18 respuestas

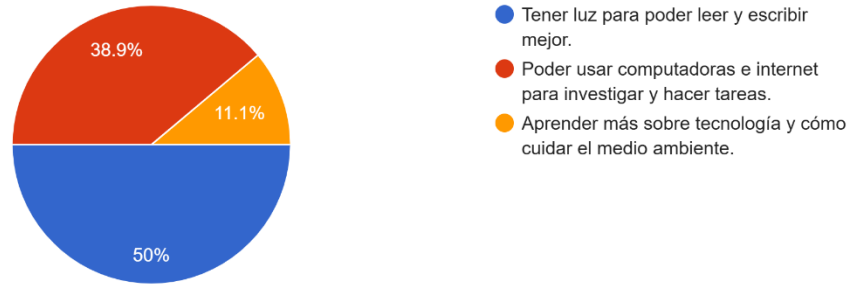


Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Beneficios en la clase (Estudiantes)

3.2. Si se instalan paneles solares, ¿qué beneficio crees que te ayudará más en tus clases? (Elige solo una opción)

18 respuestas



Fuente: Elaboración propia