

Estudio de la prefactibilidad de un laboratorio móvil de transición energética para las
instituciones educativas de enseñanza básica y media

Jesus David Campo Suarez y Herminson Eduardo Herrera Rizo

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Electricista

Director

Gabriel Ordóñez Plata

Doctor Ingeniero Industrial, área Ingeniería Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Ingeniería Eléctrica

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Jesús Campo

Dedico este proyecto a mi madre, Luz Marlene Suárez, quien siempre me brindó su apoyo incondicional y creyó en mí desde el inicio.

A mi compañera de vida, Nicole Cárdenas, por nunca perder la fe en mí y darme las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A Graciana Caviedes, Angélica Castro y Melanny Cárdenas, por sus palabras de aliento y por acogerme como parte de su familia.

A mi padre, Felipe Campo, y a mi hermana, Kelen Campo, quienes siempre esperaron lo mejor de mí.

A mi compañero de grado, por extenderme su mano en los momentos en que más lo necesité.

Finalmente, a mi familia y amigos, quienes influyeron de manera invaluable para que mis estudios fueran posibles.

Herminson Herrera

Primero, a Dios, por permitirme llegar hasta este momento y darme la fortaleza necesaria para cumplir uno de los logros más importantes de mi vida.

A mis padres, Guillermina Rizo Ariza y Milson Herrera Echeverry, por su amor incondicional, por el esfuerzo que han hecho por mí y por ser el pilar fundamental que me sostuvo durante todo este camino.

A mis hermanos, Nesly Tatiana y Yerson Eduardo, por motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles y recordarme siempre la importancia de perseverar.

A mi novia, Verónica Sánchez, y a mis abuelas, Marleny del Socorro y Delia Ariza, por acompañarme con paciencia, apoyo emocional y palabras de aliento en cada etapa de este proceso.

Finalmente, a mis amigos y demás familiares, quienes con su confianza, cariño y apoyo constante me impulsaron a no rendirme. Este logro también es de ustedes.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Marco Teórico y Contextual	13
2.1 Transición energética	14
2.2 Potencial de las fuentes de energías renovables en Colombia.....	17
2.3 Impacto ambiental de las fuentes de energía	19
2.4 Recursos naturales renovables disponibles en Barrancabermeja.....	20
2.4.1 Recurso solar.....	20
2.4.2 Recurso hídrico	21
2.4.3 Recurso eólico.....	22
3. Propuesta del Laboratorio Móvil sobre Transición Energética.	24
3.1 Búsqueda y recopilación de datos e información	24
3.2 Análisis del contexto educativo	25
3.3 Análisis de los aspectos financieros preliminares.....	27
3.4 Evaluación técnica	28
3.4.1 Análisis e identificación de requisitos técnicos	28
3.4.2 Análisis de la Localización	29
3.4.3 Análisis de la tecnología	30
3.4.4 Evaluación de recursos	40

3.4.5	Análisis de la infraestructura requerida:	41
3.5	Análisis económico y financiero.....	42
3.5.1	Análisis de entorno económico.....	42
3.5.2	Análisis de entorno financiero.	43
3.6	Evaluación ambiental y social	44
3.6.1	Leyes y normativas ambientales y sociales	44
3.6.2	Diagnóstico social y ambiental inicial de la región	45
3.6.2	Valoración, consulta temprana y percepción social de impactos potenciales	47
3.7	Análisis de riesgo y desafíos.....	49
4.	Estructuración básica de los módulos de conceptos, aspectos generales y practicas lúdicas.	
	51	
4.1	Modulo 1: Conceptos básicos de la energía y aspectos generales de la transición energética.	
	51	
4.2	Modulo 2: Energías renovables e impacto ambiental.....	54
4.3	Módulo 3: Prácticas lúdicas de aprendizaje.....	56
5.	Conclusiones	61
6.	Recomendaciones	62
	Referencias Bibliográficas	64

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Propuesta económica de kit entrenador de energías alternativas y renovables [FCJJ-40]</i>	39
Tabla 2 <i>Inversión inicial estimada del laboratorio móvil de transición energética</i>	43
Tabla 3 <i>Costos operativos estimados anuales del laboratorio móvil</i>	44

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Promedios mensuales de irradiancia normal directa.</i>	21
Figura 2	<i>Perfiles promedio por hora de la irradiación normal directa</i>	21
Figura 3	<i>Mapa hidrográfico del municipio de Barrancabermeja</i>	22
Figura 4	<i>Rosa de los vientos</i>	23
Figura 5	<i>Velocidad del viento</i>	24
Figura 6	<i>Pantalla digital táctil interactiva de la marca Legamaster de 75”</i>	36
Figura 7	<i>Kit entrenador de energías alternativas y renovables FCJJ-40</i>	38
Figura 8	<i>Experimento de horno solar</i>	57
Figura 9	<i>Experimento de turbina eólica casera.</i>	59

Lista de Apéndices

Los apéndices están disponibles en el Repositorio Institucional.

Apéndice A. Ser Colombia Informe diciembre 2024.

Apéndice B. Equipos Energías Renovables FCJJ-40.

Apéndice C. Ficha técnica Legamaster-e-Screen-ETX-pantalla-interactiva-ETX-7510UHD.

Apéndice D. Hoja de Ruta para la Transición Energética Justa de Colombia.

Resumen

Título: Estudio de la prefactibilidad de un laboratorio móvil de transición energética para instituciones educativas de enseñanza básica y media*

Autor: Jesus David Campo Suarez y Herminson Eduardo Herrera Rizo **

Palabras Clave: Transición energética, eficiencia energética, energías renovables, generación de energía

Descripción:

Este trabajo de grado surgió de la problemática que se vive en algunas instituciones educativas de Barrancabermeja al no contar con fondos suficientes para implementar laboratorios con tecnologías energéticas o material educativo didáctico que apoye la enseñanza de la transición energética. Se eligió esta ciudad porque presenta un fuerte impacto ambiental, al albergar la refinería más grande de Colombia, lo que hace necesario generar conciencia desde la educación básica y media para que, en el futuro, los estudiantes participen en soluciones innovadoras que contribuyan al mejoramiento energético.

Por tanto, se propone la creación de un laboratorio didáctico sobre transición energética, diseñado en formato móvil para trasladarlo a instituciones educativas y a barrios de escasos recursos de Barrancabermeja y su área rural.

Este trabajo se centra en el análisis preliminar para la ejecución del proyecto, es decir, en un estudio de prefactibilidad que permita determinar si la idea es viable en términos técnicos, económicos, financieros, sociales y ambientales.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
Director: Gabriel Ordóñez Plata.

Abstract

Title: Prefeasibility study of a mobile energy transition laboratory for primary and secondary educational institutions *

Author: Jesus David Campo Suarez & Herminson Eduardo Herrera Rizo **

Key Words: Energy transition, energy efficiency, renewable energy, power generation

Description:

This Degree Work emerged from the challenges faced by several educational institutions in Barrancabermeja, which lack sufficient funding to implement laboratories equipped with energy technologies or didactic materials that support the teaching of energy transition. This city was selected due to its significant environmental impact, as it hosts the largest oil refinery in Colombia, making it essential to raise awareness from early education so that, in the future, students can contribute to innovative solutions for energy improvement.

Therefore, this project proposes the creation of a didactic energy transition laboratory, designed in a mobile format to reach schools and low-income neighborhoods in Barrancabermeja and its rural surroundings.

The study focuses on the preliminary analysis for the implementation of the project, that is, a prefeasibility study to determine whether the idea is viable in technical, economic, financial, social, and environmental terms

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Electrical, Electronic, and Telecommunications Engineering. Director: Gabriel Ordóñez Plata.

Introducción

En 2015, durante la XXI Conferencia sobre el Cambio Climático (COP 21), se firmó el Acuerdo de París, un compromiso global de 195 países para reducir las emisiones de carbono y limitar el calentamiento global a menos de 2 °C. Esto ha impulsado a las naciones a avanzar en la transición hacia fuentes de energía renovables.

Cada país se encuentra en una etapa diferente de este proceso, y muchos han reemplazado progresivamente los sistemas energéticos basados en combustibles fósiles por fuentes renovables. Colombia, gracias a su riqueza en recursos naturales, tiene un gran potencial para liderar la transición energética mundial, ya que cuenta con abundantes fuentes renovables como la solar, eólica, hidráulica, geotérmica y de biomasa, además de la energía proveniente del movimiento de los océanos. En línea con los demás países con la tendencia de abandonar estas fuentes contaminantes, el país ha iniciado su proceso de transición energética, generando electricidad a partir de fuentes de energías renovables.

En este contexto, las ciudades con una fuerte base en la industria de hidrocarburos deben ser ejes de desarrollo y transformación, dado al cambio fuerte, radical y de gran impacto ambiental y económico que implica el cambio hacia un sistema descarbonizado. Barrancabermeja, con más de cien años de historia petrolera y sede de la refinería más grande de Colombia, enfrenta un importante reto en este proceso. Su ubicación geográfica le brinda recursos naturales (sol, viento, aguas residuales, el río Magdalena, quebradas, entre otros), que pueden aprovecharse para generar energía eléctrica.

La energía solar se presenta como una alternativa destacada, ya que Barrancabermeja es una de las ciudades con mayor radiación solar del país, lo que la hace competitiva para el uso de sistemas fotovoltaicos. Aunque la ciudad ha avanzado lentamente en esta transición, en este

contexto es fundamental promover el conocimiento sobre las nuevas tecnologías energéticas y capacitar a niños y jóvenes en estos temas, para que en el futuro puedan liderar soluciones innovadoras orientadas a ayudar al mejoramiento y uso del manejo energético en la ciudad.

Por esta razón, en este trabajo de grado, se propone el diseño de un laboratorio móvil de enseñanza en temas sobre la generación y uso de la energía, especialmente la proveniente de fuentes renovables, con el propósito de que los estudiantes de los colegios públicos de Barrancabermeja y su zona rural comprendan los conceptos y principios básicos de la transición energética.

El documento se encuentra organizado de acuerdo con los objetivos específicos del trabajo de grado que se presentan en el capítulo 2. En el Capítulo 3, se abordan los aspectos generales de la transición energética, las energías renovables e impactos ambientales de las fuentes de energía, junto con la identificación y análisis de los recursos naturales renovables de Barrancabermeja. El desarrollo, el análisis y la evaluación del laboratorio móvil en términos educativos, técnicos, económicos, financieros, ambientales y sociales, así como los riesgos y desafíos es abordado en el capítulo 4. Por otra parte, en el Capítulo 5, se presenta la estructuración básica de los módulos de aprendizaje, aspectos generales y las prácticas asociadas al laboratorio. Finalmente, en el documento se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas del trabajo de grado.

1. Objetivos

El objetivo general y específicos del trabajo de grado se enuncian a continuación.

1.1 Objetivo General

Estructurar y realizar un estudio de prefactibilidad de un laboratorio móvil para la formación de estudiantes de colegios públicos de la ciudad de Barrancabermeja y su área rural en los principios y conceptos básicos de la transición energética.

1.2 Objetivos Específicos

- Analizar los aspectos generales de la transición energética, las energías renovables, y el impacto ambiental asociado con el uso de diferentes fuentes de energía.
- Identificar y analizar los recursos naturales renovables que dispone la ciudad de Barrancabermeja.
- Evaluar la viabilidad del laboratorio móvil en términos educativos, técnicos, económicos, financieros, ambientales y sociales.
- Estructurar y evaluar las prácticas relacionadas con la transición energética que se implementarán en el laboratorio móvil.

2. Marco Teórico y Contextual

Este capítulo presenta los aspectos generales de la transición energética, las energías renovables y los impactos ambientales derivados del uso de diferentes fuentes de energía, junto con la identificación y análisis de los recursos naturales renovables disponibles en

Barrancabermeja. De esta forma, se establecen las bases teóricas que sustentan la propuesta del laboratorio móvil.

2.1 Transición energética

La transición energética es el proceso de transformación del sistema actual, basado en combustibles fósiles, hacia un modelo sostenible fundamentado en fuentes de energía renovable. Este cambio es requerido para alcanzar un desarrollo económico, social y ambiental sostenible, cumpliendo un papel importante en el avance hacia una economía descarbonizada. No se trata solo de sustituir las fuentes de energía, sino también de modificar la forma en que se produce, distribuye y consume, mediante la modernización de la infraestructura, la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de políticas que promuevan el uso responsable y eficiente de los recursos energéticos.

Para lograr una transición energética justa, sostenible y amigable con el medio ambiente, ésta debe apoyarse en los siguientes factores:

Ambientales: La reducción del uso de combustibles fósiles disminuirá las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigará el cambio climático. Esto mejora la calidad del aire, reduce enfermedades respiratorias y protege los recursos hídricos al evitar la contaminación y el uso excesivo de agua en procesos industriales. Además, la transición energética contribuye a la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas mediante sistemas sostenibles que minimizan el impacto sobre la flora y la fauna.

Tecnológicos: El desarrollo de tecnologías renovables (paneles solares, calentadores solares, turbinas eólicas y biocombustibles), impulsa la eficiencia energética y reduce costos. Los avances en almacenamiento de energía y movilidad eléctrica fortalecen la estabilidad del sistema

energético y promueven soluciones sostenibles en los sectores industrial y de transporte con menor impacto ambiental.

Económicos: Las energías renovables son cada vez más competitivas frente a energías que requieren los combustibles fósiles ya que sus costos a largo plazo se reducen. Además, fomentan la creación de empleos verdes asociados a su instalación, operación y mantenimiento y, por consiguiente, disminuyen los gastos en salud y mitigación ambiental, y reduce los costos de operación, mejorando la eficiencia mediante la optimización de recursos y la reutilización de materiales.

Sociales y educativos: La creciente conciencia ambiental impulsa la adopción de tecnologías limpias y la participación ciudadana en proyectos sostenibles locales. En el ámbito educativo, la investigación y la educación ambiental promueven la sostenibilidad, reducen la huella ecológica y forman nuevas generaciones como ciudadanos responsables en el uso racional de la energía.

Estos factores permiten comprender la complejidad de la transición energética y sirven de base para analizar cómo Colombia, y en particular Barrancabermeja, avanza hacia un modelo energético más sostenible y adaptado a sus condiciones.

Colombia, un país con gran riqueza en recursos naturales, cuenta con un notable potencial para liderar la transición energética. En 2025, alcanzó una capacidad instalada de 3 GW de energía renovable en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), superando el 10 % de la matriz eléctrica y avanzando hacia la meta de 6 GW para 2026 (Ministerio de minas y energías (Minenergía, 2025)).

Pese a este progreso, la matriz energética sigue siendo dependiente de fuentes hidroeléctricas y térmicas a base de carbón, gas y diésel, lo que evidencia la necesidad de

diversificación para reducir la dependencia de los hidrocarburos y fortalecer la resiliencia frente a fenómenos climáticos, evitando la alta dependencia de las hidroeléctricas y las centrales térmicas. La expansión de las energías renovables, especialmente solar y eólica, es clave para fortalecer la seguridad y soberanía energética del país. Una estrategia fundamental para avanzar en la transición energética es desarrollar parques solares y eólicos en regiones con alto potencial, como la región Caribe, la Orinoquia y Barrancabermeja.

Según la Asociación Colombiana de Energías Renovables (SER Colombia, 2024), en 2024 entraron en operación 33 proyectos solares de gran escala, aunque no se registraron nuevos proyectos eólicos en La Guajira. No obstante, el ministro de Minas y Energía, Andrés Camacho Morales, en enero del 2025, informó la existencia de 15 proyectos eólicos en construcción y 2 en fase de pruebas, que entregarán energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional (SIN) (Presidencia de la Republica de Colombia (DAPRE, 2025)), contribuyendo de esta forma, en el compromiso del país de reducir en un 51 % las emisiones de gases de efecto invernadero (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente, 2020)).

Por otra parte, las ciudades con actividad petrolera deben liderar la transición energética en Colombia, para que sean el eje principal de transformación hacia un sistema descarbonizado y sostenible. Barrancabermeja, reconocida como la cuna de los hidrocarburos en Colombia, enfrenta el reto de transformar su modelo económico fuertemente ligado al petróleo. La dependencia de los combustibles fósiles ha generado impactos ambientales, como la contaminación del aire, el deterioro de ecosistemas y la generación de pasivos ambientales. Sin embargo, como parte de las estrategias para avanzar en la transición energética, la ciudad cuenta con un alto potencial solar que ha permitido el desarrollo de proyectos fotovoltaicos, como las granjas solares de Ecopetrol y programas locales como los Tenderos Solares, que impulsan la instalación de sistemas

fotovoltaicos para pequeños comerciantes. Estos avances han sido posibles gracias a las alianzas establecidas entre la administración municipal y el Ministerio de Minas y Energía, las cuales buscan promover una transición energética justa en el territorio (Fenoge, 2025)).

Con esta base, resulta conveniente analizar el papel de las fuentes renovables, identificando sus fortalezas, limitaciones y retos.

2.2 Potencial de las fuentes de energías renovables en Colombia

En Colombia, los marcos legales vigentes impulsan la implementación de la generación de energía eléctrica con fuentes renovables y facilitan su integración al sistema eléctrico nacional. Generación de energía con fuentes renovables como: la solar fotovoltaica, la eólica, la hidráulica, la geotérmica y la biomasa representa alternativas sostenibles gracias a su disponibilidad, bajo impacto ambiental y amplia aplicabilidad en sectores residenciales, industriales y educativos.

Las ventajas estratégicas de la generación con fuentes renovables son:

- **Seguridad y soberanía energética.** Se reduce la dependencia de los combustibles fósiles y la vulnerabilidad ante crisis económicas o geopolíticas, fortaleciendo la autonomía energética.
- **Competitividad y sostenibilidad económica.** Se fomenta la innovación tecnológica, la creación de nuevos mercados y la reducción de costos energéticos a mediano y largo plazo.
- **Desarrollo territorial.** Se genera empleo y se dinamiza la economía regional, especialmente en zonas rurales donde se implementen proyectos con fuentes renovables.

- **Beneficios ambientales y climáticos.** Se disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero, se mejora la calidad del aire y contribuye al cumplimiento de compromisos ambientales nacionales e internacionales.

Por otra parte, los retos y barreras de la generación con fuentes renovables son:

- **Tecnológicos.** La intermitencia de los recursos naturales limita la continuidad del suministro, debido a que el almacenamiento de energía aún es limitado y se requieren la modernización de las redes eléctricas.
- **Económicos y financieros.** La alta inversión inicial y el difícil acceso a financiamiento obstaculizan la expansión, agravado por los subsidios a los combustibles fósiles.
- **Sociales y culturales.** El desconocimiento del desarrollo tecnológico en fuentes de energía eléctrica, los conflictos por el uso del suelo destinado a proyectos solares fotovoltaicos y eólicos, y la desinformación generan resistencia al cambio en algunas comunidades.
- **Ambientales y territoriales.** La instalación de granjas solares y parques eólicos de gran extensión pueden generar afectaciones sobre la fauna y la flora, además de requerir grandes extensiones de terreno, lo que hace necesaria una planificación ambiental adecuada.

Comprender las ventajas, retos y barreras de las energías renovables permite vincular su análisis con el estudio de los impactos ambientales de las fuentes de energía, tema que se aborda en el siguiente apartado.

2.3 Impacto ambiental de las fuentes de energía

Las fuentes de energía no renovables, como el carbón, el petróleo y el gas natural, con su combustión generan graves impactos ambientales debido a sus altas emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2 , CH_4 y N_2O), que aceleran el calentamiento global. Además, liberan contaminantes como material particulado, óxidos de nitrógeno y de azufre, que deterioran la calidad del aire, provocan lluvia ácida y afectan la salud humana, especialmente en zonas industriales como Barrancabermeja.

Por su parte, las fuentes de energía renovables como la solar, eólica, hidráulica, geotérmica y biomasa presentan un impacto ambiental menor, ya que no generan emisiones directas durante su operación. No obstante, su implementación conlleva retos como el uso extensivo del suelo especialmente en granjas solares y parques eólicos, la posible afectación de hábitats debido a la alteración de ecosistema y la dificultad en la gestión de residuos tecnológicos (paneles solares y turbinas eólicas) al final de su vida útil. Ante esto, es necesario diversificar la matriz energética hacia fuentes renovables mediante una planificación territorial adecuada, gestión responsable de residuos y participación comunitaria, garantizando una transición justa y equitativa.

El análisis realizado evidencia que la implementación de un laboratorio móvil de transición energética en Barrancabermeja es pertinente, ya que fortalecería la comprensión de los conceptos energéticos, promovería la apropiación social de las energías renovables y reforzaría la educación ambiental en estudiantes de instituciones educativas de enseñanza básica y media, uniendo la teoría con la práctica mediante procesos de experimentación. En conjunto, esta iniciativa contribuiría a la consolidación de una cultura energética responsable y al avance de los objetivos nacionales e internacionales en materia de sostenibilidad.

Este análisis proporciona la base conceptual para establecer la identificación y análisis de los recursos naturales renovables disponibles en Barrancabermeja.

2.4 Recursos naturales renovables disponibles en Barrancabermeja.

Barrancabermeja, siendo el epicentro reconocido de la industria petrolera, cuenta con una diversidad de recursos renovables que permitirá diversificar el modelo energético y hacerlo más sostenible. Los recursos naturales renovables principales de Barrancabermeja son:

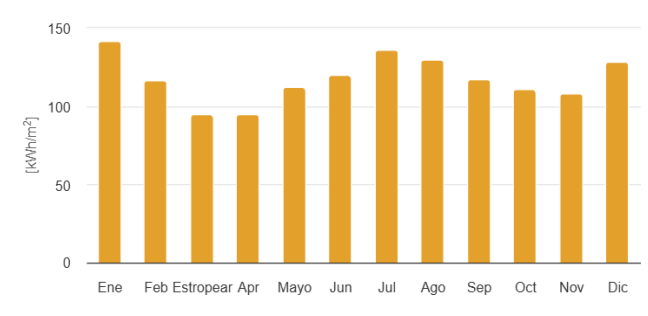
2.4.1 Recurso solar

En el distrito petrolero según Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2025)), se obtiene entre 200 y 215 horas de sol al mes. Y una irradiación normal directa en un año aproximada de 1409,4 kWh/m² (Global Solar Atlas, 2025). Lo que sitúa a Barrancabermeja con un gran potencial energético para el desarrollo e implementación de proyectos solares como sistemas fotovoltaicos. También, indica un nivel estable de radiación solar que permite planificar proyectos con alta eficiencia energética y bajo impacto ambiental.

Además, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2025) confirma que la región presenta niveles de radiación solar mayores a 4,89 kWh/m²/día. Lo que refuerza el hecho que es un buen potencial para proyectos relacionados con energía solar. En las figuras 1 y 2 se muestran tanto los promedios mensuales de irradiancia normal directa como los perfiles promedio por hora de la irradiación normal directa.

Figura 1

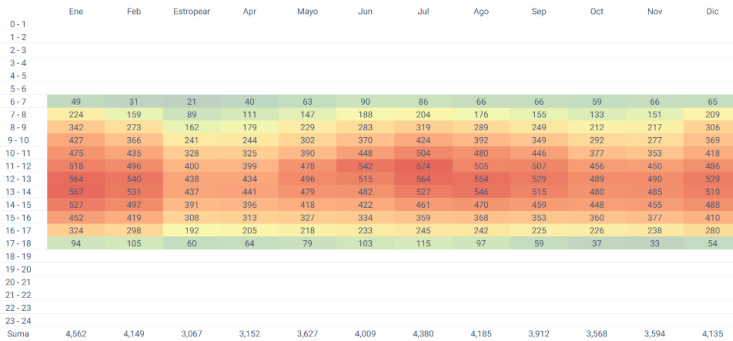
Promedios mensuales de irradiancia normal directa.



Nota. Tomado de Global Solar Atlas (2025).

Figura 2

Perfiles promedio por hora de la irradiación normal directa



Nota. Tomado de Global Solar Atlas (2025).

2.4.2 Recurso hídrico

La principal fuente hídrica es el río Magdalena, que bordea el municipio. Se realizan actividades económicas gracias a este río como la pesca y la navegación. El caudal constante del río, permite considerar proyectos de micro centrales hidroeléctricas.

En el sistema hidrográfico del distrito, según el plan básico de ordenamiento territorial (PBOT), se conocen otros cuerpos de agua como: el Caño San Silvestre, el caño la Cira, el río Oponcito y la micro cuenca del Río Sogamoso (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2025). Esta

red hídrica muestra un potencial significativo para el desarrollo de proyectos de generación distribuidas, especialmente para las zonas rurales con limitado acceso a la red eléctrica.

Por esto, se puede observar que puede existir una oportunidad de diversificación de la matriz energética con la ayuda de micro centrales hidroeléctricas descentralizadas, especialmente en zonas rurales donde el suministro de energía eléctrica es limitado y de baja confiabilidad. La Figura 3 muestra el mapa hidrográfico del municipio de Barrancabermeja.

Figura 3

Mapa hidrográfico del municipio de Barrancabermeja



Nota. Tomado de Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2025).

2.4.3 Recurso eólico

La ciudad se encuentra en una altitud baja y con un clima cálido, se obtiene una velocidad promedio del viento entre 2,5 y 3,5 m/s a unos 10 metros de altura (Atlas Eólico Global, 2025), siendo esta velocidad insuficiente para utilizar aerogeneradores de eje horizontal. Una posible alternativa es la implementación de sistemas eólicos a pequeña escala y funcionando con un

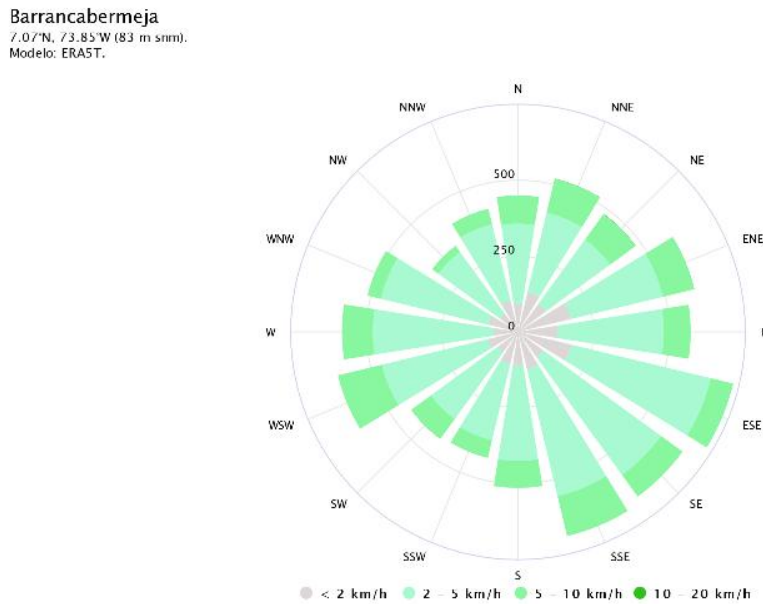
sistema híbrido con otro recurso renovable, en aplicaciones rurales o aisladas. También, es posible aumentar su potencial estudiando el uso de aerogeneradores verticales.

Este recurso no debe ser descartado para la región ya que, aunque no presenta condiciones óptimas para grandes proyectos eólicos, si puede ofrecer oportunidades estratégicas para soluciones de tecnologías adaptadas a velocidades bajas de los vientos, que pueden contribuir a la transición energética en el distrito y su área rural.

Las figuras 4 y 5 muestran la rosa de los vientos y la velocidad de estos en la ciudad de Barrancabermeja.

Figura 4

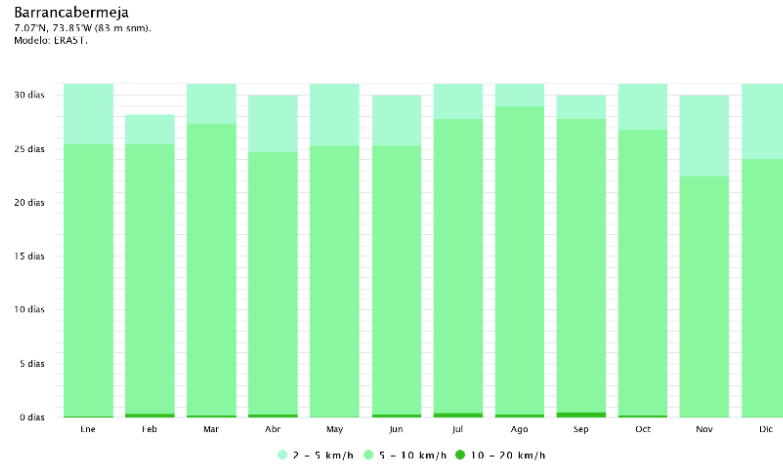
Rosa de los vientos



Nota. Tomado de Atlas Eólico Global (2025).

Figura 5

Velocidad del viento



Nota. Tomado de Atlas Eólico Global (2025).

Esta identificación y análisis de los recursos naturales renovables de Barrancabermeja permite identificar oportunidades estratégicas para el laboratorio móvil, aportando información clave sobre el potencial solar, hídrico y eólico de la región.

A partir de este análisis teórico y contextual, el siguiente capítulo aborda el análisis y la evaluación educativa, técnica, económica, ambiental y social del laboratorio móvil.

3. Propuesta del Laboratorio Móvil sobre Transición Energética.

Este capítulo presenta la propuesta y evaluación del laboratorio móvil de transición energética, analizando su viabilidad desde los componentes educativo, técnico, económico, ambiental y social, con el fin de determinar su prefactibilidad de implementación.

3.1 Búsqueda y recopilación de datos e información

En este trabajo de grado, para la revisión y el estudio de prefactibilidad del laboratorio móvil se recopilaron y analizaron datos e información de carácter secundario, provenientes de

fuentes confiables que ofrecieron información técnica, legal, regulatoria, económica, social y ambiental, entre otras. También se obtuvo información de carácter primario mediante entrevistas realizadas principalmente a estudiantes y algunas personas de la ciudad de Barrancabermeja, con el fin de identificar sus principales necesidades y preferencias relacionadas con las oportunidades de generación, uso eficiente, mejoramiento y almacenamiento de energía. Asimismo, se consultó información técnica y académica proveniente de expertos y organismos especializados en temas de transición energética, con el propósito de obtener una base conceptual sólida y referencias sobre este tipo de laboratorios de formación.

Con la información recopilada, se realiza a continuación los análisis y las evaluaciones para determinar la viabilidad del laboratorio móvil.

3.2 Análisis del contexto educativo

Se realiza a continuación un análisis del contexto educativo local, con el fin de definir las características del servicio, la población beneficiaria y las principales condiciones y necesidades que justifican la propuesta del laboratorio móvil.

Descripción de servicio. Consiste en la implementación de un laboratorio móvil orientado a la enseñanza conceptual y lúdica en temas relacionados con la transición energética. Su objetivo es promover la apropiación del conocimiento en temas de energías renovables, generación, eficiencia energética y sostenibilidad, facilitando el aprendizaje conceptual y práctico en estudiantes de educación básica y media.

Población beneficiaria. El laboratorio móvil está dirigido principalmente a los estudiantes de los colegios públicos de Barrancabermeja y de algunas zonas rurales del distrito. La población beneficiaria directa comprende aproximadamente 31.778 estudiantes matriculados en las 21

instituciones educativas oficiales del distrito (Secretaría de Educación Distrital de Barrancabermeja, 2025a, 2025b).

Necesidades y oportunidades educativas. Barrancabermeja, siendo un distrito con fuerte tradición petrolera con la refinería más grande del país, enfrenta un desafío significativo en la transición energética. La energía solar se perfila como la alternativa más viable debido a la alta radiación solar de la región. En este contexto, la implementación de estrategias educativas que combinen teoría y práctica es necesaria para fortalecer la comprensión de las energías renovables y apoyar la transición energética, ofreciendo a los colegios públicos de la ciudad y su zona rural una alternativa educativa que empodere a niños y jóvenes a comprender y liderar soluciones energéticas innovadoras que ayuden al mejoramiento y uso del manejo energético en la ciudad. El laboratorio móvil de transición energética es una herramienta pedagógica que busca promover el aprendizaje sobre generación, uso eficiente y almacenamiento de energía, especialmente en los hogares, en beneficio de la comunidad.

Situación actual de recursos educativos. En los colegios públicos de Barrancabermeja y su área rural no existen laboratorios móviles ni alternativas pedagógicas similares que promuevan la transferencia de conocimiento sobre la transición energética. Por ello, es prioritario que la Secretaría de Educación Distrital invierta en este tipo de proyectos, ya que ofrecen múltiples beneficios a las instituciones y a las comunidades, además de contribuir a mitigar problemáticas y favorecer el avance de la transición energética en la ciudad.

Características de los beneficiarios. Los estudiantes, en su mayoría menores de 17 años, requieren estrategias de enseñanza accesibles, didácticas y lúdicas que favorezcan la comprensión, motivación y atención. Las instituciones educativas, financiadas por el Estado, enfrentan

limitaciones en infraestructura y acceso a tecnologías energéticas innovadoras, por lo que el laboratorio móvil representa una alternativa pedagógica y social.

Con este análisis se concluye que el laboratorio móvil de transición energética es pertinente dentro del contexto educativo de Barrancabermeja, al responder a las necesidades de fortalecimiento pedagógico en temas de sostenibilidad y energías renovables. Además, se evidencia una oportunidad para mejorar los procesos de aprendizaje y apoyar la transición energética mediante estrategias educativas innovadoras y accesibles.

Tras establecer las condiciones educativas y las necesidades formativas que sustentan el trabajo de grado, se realiza a continuación el análisis financiero preliminar, orientado a valorar la viabilidad económica preliminar del laboratorio móvil.

3.3 Análisis de los aspectos financieros preliminares

El análisis financiero tiene como propósito identificar y estimar los principales costos e ingresos asociados al proyecto, con el fin de determinar su viabilidad económica preliminar y establecer una base para un estudio financiero posterior.

Ingresos estimados. Aunque no es posible estimar con exactitud los ingresos potenciales de este proyecto, sus beneficios son significativos debido a su amplio alcance y escalabilidad. Al tratarse de una estructura móvil, puede llegar a un mayor número de instituciones educativas y comunidades de la región, priorizando los barrios de bajos recursos del municipio de Barrancabermeja y su área rural.

Costos estimados. Los costos más significativos de este trabajo de grado están asociados principalmente a las etapas de producción y operación. Los conceptos, cantidades y valores incluidos se detallan en el estudio técnico correspondiente. La Tabla 2 del numeral 3.5.2 presentan el costo total del laboratorio móvil.

Además, la construcción, el alcance y el nivel de cobertura que pueda ofrecer este laboratorio móvil de transición energética dependerán directamente de los mecanismos de financiación a los que se logre acceder.

Una vez considerada la dimensión económica preliminar, se aborda la evaluación técnica del laboratorio móvil, que complementa este análisis al detallar los equipos, recursos y requerimientos necesarios para el funcionamiento del laboratorio.

3.4 Evaluación técnica

En este apartado de estudio técnico se detallan los equipos informáticos, didácticos y energéticos requeridos, así como los recursos humanos y materiales que garantizarán su adecuado funcionamiento. Además, se establecen los criterios de selección, localización y diseño físico del laboratorio, asegurando que la propuesta sea técnica y pedagógicamente viable, eficiente y coherente con los objetivos educativos del proyecto.

3.4.1 Análisis e identificación de requisitos técnicos

Para el laboratorio móvil de transición energética se requiere contar con equipos de informática y telecomunicaciones, como computadoras, módems, enrutadores y tablero digital educativo, que permitan comunicar de manera más eficiente los procesos de formación en temáticas relacionadas con la transición energética.

Otra herramienta requerida para el laboratorio móvil de transición energética son las tecnologías energéticas, necesarias para lograr la apropiación de conocimiento en niños, jóvenes y comunidades sobre transición energética. Se requiere contar con tecnologías energéticas didácticas y de pequeña escala relacionadas con energías limpias y renovables, almacenamiento y generación de energía.

Dado que el proyecto busca capacitar principalmente a niños y jóvenes, es necesario enseñar mediante módulos de prácticas lúdicas, aprovechando materiales y recursos que, integrados con las tecnologías energéticas y el entorno educativo, faciliten un mejor conocimiento sobre la generación, mejoramiento y uso racional de la energía, especialmente en los hogares y en beneficio de la comunidad.

Con los requisitos técnicos definidos, se procede a analizar su localización con el fin de garantizar el mejor desarrollo y aplicación del proyecto.

3.4.2 Análisis de la Localización

Barrancabermeja por su posición geográfica, en su zona urbana y rural, tiene recursos naturales como sol, viento, aguas residuales, el río Magdalena y quebradas que pueden aprovecharse para generar energía eléctrica. Aunque cuenta con un potencial energético competitivo, estos recursos no se han utilizado de manera significativa, lo que ha provocado un avance lento hacia una transición energética sostenible y resiliente frente al cambio climático.

La energía solar es la alternativa renovable que mejores beneficios energéticos ofrece en la región, por lo cual es la más utilizada en Barrancabermeja mediante sistemas fotovoltaicos e instalaciones termo solares, gracias a su alta radiación y gran número de horas de iluminación solar mensual. Esto la convierte en un pilar fundamental para avanzar hacia una transición energética sostenible en la ciudad.

Barrancabermeja, por albergar la refinería más grande del país, enfrenta un fuerte impacto ambiental por el procesamiento diario de hidrocarburos. Esto la convierte en un lugar propicio para ser el foco y liderar la transición energética, debido al cambio fuerte, radical y de gran impacto ambiental y económico que se debe hacer pasando de un modelo de manejo energético convencional basado en combustibles fósiles (procesados, almacenados y distribuidos desde la

refinería que se encuentra de la ciudad) a uno de manejo energético no convencional sustentado en fuentes renovables provenientes de recursos naturales.

3.4.3 Análisis de la tecnología

A partir del potencial identificado, se analizan a continuación las tecnologías requeridas para garantizar la operatividad del laboratorio móvil y el cumplimiento de sus objetivos educativos.

3.4.3.1 Equipos informáticos y de telecomunicaciones. Como se estableció previamente, es necesario contar con equipos de informática y telecomunicaciones en el laboratorio móvil de transición energética. Los equipos requeridos son:

3.4.3.1.1 Computadores. Dentro del componente técnico del laboratorio móvil, este equipo informático cumple una función esencial al facilitar el acceso a herramientas digitales y recursos educativos dirigido a los estudiantes. Por ello, se evaluó la disponibilidad, tipos, ventajas y desventajas de las distintas opciones existentes en el mercado, con el fin de seleccionar la alternativa más adecuada para el proyecto.

El mercado de computadoras está creciendo significativamente debido al aumento del trabajo remoto y el aprendizaje en línea, con una tasa compuesta anual (CAGR) estimada del 6,8% entre 2024 y 2029 (The Business Research Company (TBRC, 2025)). El laboratorio móvil estará ubicado principalmente en Barrancabermeja, una zona urbana con buena cobertura de internet y disponibilidad de equipos tecnológicos, tanto para compra como para alquiler. En cuanto al entorno educativo que se busca fortalecer, existen diversas opciones de computadoras recomendadas, destacándose marcas como Lenovo, HP, Acer y ASUS, fácilmente adquiribles en tiendas oficiales, grandes almacenes, establecimientos especializados en tecnología en la ciudad y

plataformas en línea. Contar con estos equipos informáticos facilitará el acceso a la información y a los recursos educativos, promoviendo un aprendizaje más interactivo, práctico y personalizado.

Se tienen tres tipos de computadores, clasificados por su función y uso (**computadores portátiles, computadores de escritorio y las tabletas**). A continuación, se comparan las ventajas y desventajas en términos de costo, eficiencia y riesgos de estos equipos.

Entre las ventajas de utilizar un **computador portátil** en el laboratorio, se destacan: 1) su portabilidad que permiten un fácil transporte y cambio de ubicación. Además, facilitan la adaptación a diferentes actividades dentro del laboratorio, 2) ocupan menos espacio que los equipos de escritorio, lo que las hace ideales para la carrocería del laboratorio móvil, donde el espacio es limitado, 3) su consumo de energía es menor que otros equipos informáticos, lo cual es coherente con el objetivo del proyecto de fomentar la práctica de la eficiencia energética, 4) cuentan con baterías integradas que permiten su uso sin conexión constante a una fuente de energía eléctrica, ofreciendo mayor autonomía y movilidad, 5) la mayoría equipos portátiles cuentan con carcasas robustas que las hacen menos susceptibles a daños por caídas o golpes, una ventaja importante considerando que serán utilizadas por niños y jóvenes a lo largo de su vida útil y 6) los modelos de computadores portátiles 2 en 1 permiten usarlos tanto como portátil o tableta, ofreciendo mayor funcionalidad y adaptabilidad para las actividades del laboratorio. Algunas desventajas de estos equipos son: 1) su adquisición y reparación pueden ser más costosas que las de los computadores de escritorio, ya que su diseño compacto dificulta las reparaciones, 2) algunos modelos tienen pantallas y teclados más pequeños y menos ergonómicos que los de los computadores de escritorio y 3) la autonomía de la batería del equipo es limitada y disminuye con el tiempo según el uso, requiriendo recargas frecuentes una o dos veces al día.

Por otra parte, las ventajas de utilizar un **computador de escritorio** en el laboratorio, son: 1) por lo general los computadores de escritorio tienen un precio de adquisición inferior al de las laptops, y sus reparaciones o actualizaciones suelen ser más económicas por su diseño menos compacto, 2) ofrecen mayor potencia y capacidad de refrigeración, lo que permite un mejor desempeño en tareas que requieren altos recursos, 3) brindan mayor comodidad gracias a pantallas, teclados y ratones más grandes y externos, reduciendo la fatiga visual y mejorando la experiencia de trabajo. Entre las desventajas de estos equipos se tienen: 1) requieren mayor espacio de trabajo y no son fáciles de transportar en comparación con las laptops, 2) aunque su precio inicial puede ser menor, el costo total puede resultar más alto debido a la instalación, consumo energético, actualizaciones frecuentes y otros gastos operativos, 3) consumen más energía eléctrica que otros equipos informáticos como laptops o tabletas y 4) requieren estar conectadas permanentemente a una fuente de energía eléctrica, lo que puede ocasionar pérdida de datos en caso de fallos de energía si no se cuenta con un sistema UPS.

El otro equipo de cómputo a considerar es la **tableta (tablet)**. Las ventajas de este equipo son las siguientes: 1) son más ligeras y compactas que los otros equipos informáticos, lo que facilita su transporte y uso en movimiento, aspecto esencial para el laboratorio móvil, 2) algunos modelos cuentan con protección contra agua y polvo gracias a su diseño sellado con certificación IP, lo que las hace adecuadas para actividades donde puedan estar expuestas a líquidos o materiales, 3) su interfaz táctil y manejo intuitivo las hacen ideales para estudiantes, ya que permiten un aprendizaje más sencillo y práctico y 4) con los lápices ópticos, permiten dibujar o escribir de forma similar al papel, lo que resulta atractivo y útil para las actividades educativas del laboratorio. Las desventajas de este equipo son: 1) tienen un rendimiento inferior al de las laptops, lo que limita su uso en tareas más exigentes dentro del laboratorio móvil, 2) son menos resistentes a golpes o caídas, lo que

representa un riesgo considerando que serán utilizadas principalmente por niños y jóvenes y 3) el uso de teclados táctiles puede reducir la comodidad y eficiencia en actividades que requieran escritura prolongada.

Una vez realizada la comparación de los tres equipos, se determina que los computadores portátiles (*laptops*) son la mejor alternativa para el laboratorio móvil. Estos equipos combinan accesibilidad, portabilidad, ahorro de espacio y resistencia, características requeridas en el contexto del proyecto. Además, se tiene la posibilidad de adquirir la alternativa de computadores portátiles 2 en 1, que representan una opción ideal al ofrecer la versatilidad de funcionar como portátil o tableta, facilitando su uso en diversas actividades educativas.

Dado que los equipos serán utilizados principalmente por niños y jóvenes, se recomienda incorporar fundas y protectores para prevenir daños por golpes o caídas y así prolongar su vida útil.

En el mercado existen diversas marcas y modelos de computadores portátiles que se ajustan a las necesidades y objetivos del laboratorio móvil. Considerando la relación entre costo, calidad y funcionalidad. Algunas de las marcas con gran reconocimiento en el mercado son: Lenovo, Hewlett Packard, Acer, Dell con precios que van desde \$1.000.000,00 (COP) hasta \$3.600.000,00 (COP)

La vida útil y el rendimiento óptimo de los computadores portátiles está íntimamente ligado al mantenimiento que se les realice. Entre las recomendaciones de los fabricantes se tiene que debe realizarse un mantenimiento preventivo cada 6 a 12 meses en equipos de uso moderado y cada 3 a 6 meses cuando se utilizan de forma intensiva o en ambientes con polvo, humedad o exposición a químicos, como en el caso del laboratorio móvil. El **costo del mantenimiento preventivo** básico oscila entre **\$30.000,00 (COP)** y **\$50.000,00 (COP)**, mientras que un **mantenimiento completo**,

que incluye limpieza física y optimización del sistema, tiene un valor aproximado de **\$120.000,00 (COP)**.

3.4.3.1.2 Tableros educativos. Complementando los equipos informáticos, los tableros educativos representan un componente importante para fortalecer la interacción didáctica entre docentes y estudiantes en el laboratorio móvil, ya que permiten diversificar los procesos de enseñanza y aprendizaje, facilitando la visualización de conceptos, el trabajo colaborativo y la interacción entre estudiantes y docentes. Su inclusión contribuye directamente a la calidad pedagógica del laboratorio y fortalece la apropiación del conocimiento sobre la transición energética.

El objetivo es seleccionar la herramienta que mejor se adapte al entorno móvil y que facilite los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para ello, se revisaron las opciones disponibles en el mercado, sus características técnicas, ventajas y limitaciones, con el fin de garantizar que la elección final responda tanto a las necesidades didácticas como a las condiciones operativas del proyecto.

El mercado de tableros educativos ha crecido notablemente debido al aumento del trabajo remoto y la educación en línea. Existen dos tipos principales: tradicionales e interactivos/digitales. Para el contexto educativo del laboratorio móvil, los tableros interactivos y digitales resultan más adecuados por su rendimiento y múltiples beneficios en el aprendizaje. Marcas destacadas como Legamaster, SMART, BenQ, ViewSonic, Samsung, Epson, HP y LG ofrecen opciones disponibles en tiendas oficiales, grandes superficies, locales tecnológicos en Barrancabermeja y plataformas en línea. Estos equipos facilitan el acceso a la información y permiten un aprendizaje dinámico, claro y participativo, cumpliendo con los estándares requeridos para este proyecto educativo.

Existen dos tipos de tableros interactivos y digitales adecuados para este laboratorio: la pizarra digital interactiva (PDI) y la pantalla digital interactiva. Ambos permiten mostrar contenido digital mediante una pantalla que permite la interacción directa a través del tacto, ofreciendo funcionalidades similares en cuanto a interactividad y apoyo didáctico. Sin embargo, presentan diferencias clave: la PDI requiere un proyector y un ordenador para funcionar, mientras que la pantalla digital interactiva es un equipo autónomo, que también puede conectarse a otros dispositivos sin necesidad de equipos adicionales para mostrar cualquier contenido digital.

Después de comparar sus características, la pantalla digital interactiva se considera la opción más adecuada para el laboratorio, por su portabilidad, eficiencia, ahorro de espacio e innovación tecnológica. En el mercado existen diversas marcas y modelos de pantallas digitales interactivas con precios que varían según sus características y tamaño. Según la información disponible en las páginas oficiales de las marcas, el rango de costo promedio de adquisición está entre \$7.000.000,00 (COP) y \$8.000.000,00 (COP) para pantallas de 55", \$11.000.000,00 (COP) a \$13.000.000,00 (COP) para 65" y \$15.000.000,00 (COP) a \$17.000.000,00 (COP) para 75". En la Figura 6 se muestra una pantalla digital táctil interactiva Legamaster de 75" (Cienytec, 2025), adecuada para las necesidades del proyecto por sus beneficios funcionales, la cual puede adquirirse a través de la página web de la compañía Cienytec.

Figura 6

Pantalla digital táctil interactiva de la marca Legamaster de 75”



Nota. Imagen tomada del catálogo de Legamaster. Derechos de autor reservados a Cienytec (2025), Reproducida con fines académicos.

3.4.3.2 Kits didácticos de energías renovables. Los kits didácticos son una herramienta requerida dentro del laboratorio móvil de transición energética, ya que permiten conectar la teoría con la práctica mediante la experimentación directa. Para ello, se revisan las opciones disponibles en el mercado, sus características técnicas, ventajas y limitaciones, con el fin de garantizar que la elección final responda tanto a las necesidades didácticas como a las condiciones operativas del proyecto.

El mercado de kits didácticos ha crecido notablemente a nivel global y regional debido al aumento del interés educativo en temas como transición energética, energías limpias y educación ambiental. Aunque en Barrancabermeja no existen tiendas especializadas que comercialicen estos equipos, su adquisición no representa una barrera, ya que pueden obtenerse fácilmente a través de distribuidores autorizados y plataformas de comercio electrónico. Entre las opciones más accesibles se encuentran Cienytec y Redtech, así como portales como Mercado Libre y Amazon, lo que garantiza la disponibilidad del equipo requerido.

Cienytec y Redtech ofrecen equipos educativos y tecnológicos orientados a la enseñanza científica y energética, siendo las opciones más adecuadas para este proyecto por su amplia oferta de kits didácticos sobre energías renovables a pequeña escala. Ambas distribuyen productos STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) de la marca Horizon Educational, los cuales son pertinentes para la formación en transición energética, ya que estos kits contribuyen a la comprensión integral de los principios científicos, tecnológicos y de ingeniería asociados a las energías renovables, fortaleciendo el aprendizaje a través de la experimentación y el enfoque práctico.

Muchos de los kits disponibles de esta marca están diseñados para una sola aplicación, es decir, se enfocan exclusivamente en una tecnología específica como energía solar, eólica, térmica o movilidad eléctrica con celdas de combustible. Esto limita su alcance pedagógico al restringir la experimentación a un solo campo. Por ello, resulta más conveniente optar por un kit didáctico integral que combine varias fuentes de energía renovable, permitiendo una formación completa, la comparación entre tecnologías y una mejor comprensión del sistema energético en su conjunto.

En este sentido, el kit STEM de la marca Horizon más adecuado para el propósito académico es el entrenador de energías alternativas y renovables FCJJ-40 (Cienytec, 2025) (Figura 7). Este kit, disponible a través de las compañías Cienytec y Redtech, es práctico, ya que incluye una amplia variedad de componentes, instrumentos y accesorios que facilitan la experimentación y el montaje de diversos prototipos energéticos sin requerir equipos adicionales. Asimismo, incorpora elementos como generadores manuales, sistemas de almacenamiento, componentes electrónicos y accesorios experimentales que permiten configurar múltiples escenarios energéticos. Además, cuenta con un currículo estructurado bajo el enfoque STEM, con actividades

prácticas orientadas a temas como conversión energética, electroquímica, movilidad sostenible, generación distribuida y eficiencia energética.

Figura 7

Kit entrenador de energías alternativas y renovables FCJJ-40



Nota. Imagen tomada del catálogo de Cienytec. Derechos de autor reservados a Cienytec (2025), reproducida con fines académicos.

Una vez seleccionado el kit didáctico de la serie STEM de la marca Horizon Educational kit entrenador de energías alternativas y renovables FCJJ-40 (Cienytec, 2025), se solicitó la cotización del kit en la página web de una de las compañías que lo distribuye (Cienytec). La propuesta económica enviada por Horizon Educational se presenta en la Tabla 1. Las condiciones comerciales son: 1) entrega 30 a 45 días, 2) garantía de un (1) año, 3) formas de pago: 50% Anticipo y 50% contra entrega y 4) los precios incluyen transporte.

Tabla 1

Propuesta económica de kit entrenador de energías alternativas y renovables [FCJJ-40]

Ítem	Cantidad	Referencia	Descripción	Unitario	IVA	Total
1	1	FCJJ-40	Kit de experimentos con fuentes de energía diversas: caja de energías renovables HORIZON	\$15.835.600	\$3.008.764	\$18.844.364

Nota. Información obtenida de una cotización enviada por un asesor comercial de Cienytec (2025), comunicación personal. Usada con permiso.

3.4.3.3 Tecnologías energéticas. Se entiende por “tecnologías energéticas” el conjunto de prototipos, dispositivos y experimentos didácticos que permiten ilustrar los principios de generación, transformación y uso eficiente de la energía. Estas comprenden las actividades experimentales implementadas en el módulo de prácticas lúdicas de aprendizaje, entre las cuales se destacan las maquetas educativas orientadas al aprovechamiento de la energía solar (fotovoltaica y térmica), los modelos de energía eólica y los circuitos básicos con celdas solares, entre otros.

La accesibilidad de estos recursos es alta, ya que pueden construirse con materiales de bajo costo y fácil consecución, como botellas plásticas, motores reciclados, paneles solares de baja potencia, cables, LEDs y componentes electrónicos reutilizables. Esta elección de materiales no solo reduce el costo, sino que promueve prácticas sostenibles y fomenta la creatividad técnica.

El enfoque pedagógico se basa en el “aprender haciendo”, lo cual permite a los estudiantes desarrollar una comprensión práctica de las energías renovables y su aplicación en contextos reales. Además, su implementación no requiere infraestructura compleja, lo que facilita su adaptación a diversos entornos escolares.

En conjunto, los equipos informáticos, el tablero educativo, el kit didáctico y las tecnologías energéticas conforman la base tecnológica y pedagógica del laboratorio móvil de transición energética. Esta integración garantiza un entorno educativo dinámico, participativo y contextualizado, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos (saber), sino que también desarrollan habilidades (hacer) aplicadas a la generación, almacenamiento y uso eficiente de la energía.

3.4.4 Evaluación de recursos

Esta evaluación permite determinar y analizar los recursos necesarios para la adecuada ejecución y funcionamiento del laboratorio móvil de transición energética. Los recursos se clasifican en materiales, humanos y de servicios, todos importantes para garantizar la operatividad del proyecto.

Con relación a los materiales, estos deben ser de fácil acceso, ya sean comerciales (paneles solares y ventiladores a pequeña escala, kits didácticos, entre otros) o materiales reciclables (botellas, motores de baja tensión, madera, plástico), junto con herramientas básicas (destornilladores, pelacables, multímetro, tijeras, entre otros). Combinar materiales reciclables con materiales comerciales no solo optimiza los costos, sino que también fomenta la creatividad, la sostenibilidad y la conciencia social, aspectos clave en el proceso de transición energética que promueve este trabajo de grado.

Por otra parte, las personas que participen en la implementación y realización de las prácticas son fundamentales para garantizar los objetivos pedagógicos del laboratorio móvil. Empezando por los docentes, responsables de la construcción, manejo y enseñanza de los módulos hacia la comunidad estudiantil. También es aconsejable incluir personal de carreras técnicas,

universitarias o instituciones aliadas para fortalecer la parte científica y de mantenimiento del laboratorio móvil.

Otros recursos necesarios son el vehículo que será adaptado para trasladar el laboratorio móvil entre instituciones educativas de la ciudad y la zona rural, así como a las comunidades que lo requieran.

Para garantizar la sostenibilidad del laboratorio móvil, se requiere planificar servicios de reparación y reposición de componentes cuando sea necesario, para lo cual se requiere articular el proyecto con instituciones de educación básica y media, universidades, alcaldía municipal o empresas interesadas en educación ambiental.

3.4.5 Análisis de la infraestructura requerida:

Para la infraestructura del laboratorio móvil, es necesario contar con un vehículo adaptado, que sirva como base estructural para albergar los equipos, materiales y módulos educativos. Este vehículo debe ofrecer un espacio físico exterior (carrocería) adecuado para el montaje de las tecnologías, zonas de experimentación y almacenamiento de materiales. Asimismo, se requiere y es importante disponer de superficies de trabajo como mesas y bancas plegables, elaboradas en materiales resistentes, fáciles de limpiar y con propiedades antideslizantes, que garanticen comodidad y seguridad a los usuarios durante las actividades pedagógicas.

En esta etapa de prefactibilidad, el análisis se centra en el equipamiento interno del laboratorio móvil, es decir, los módulos educativos, recursos tecnológicos y materiales generales que conformarán el contenido funcional dentro del vehículo. Por ende, es importante aclarar que el diseño, adquisición y adecuación del vehículo como tal no forman parte del alcance técnico inicial de este estudio. No obstante, se deja planteado que la incorporación del vehículo adaptado debe considerarse en una fase posterior, durante la formulación y ejecución del proyecto, en la que

se contemplen alianzas institucionales y fuentes de financiación que permitan cubrir los costos asociados a su construcción y adaptación. De esta manera, el estudio de prefactibilidad mantiene la coherencia técnica y económica con su propósito principal sin incluir la fase de infraestructura vehicular.

Hay que aclarar que en los análisis financieros se incluyó una estimación preliminar del costo del vehículo adaptado en la sumatoria del costo total de producción, para ofrecer una visión económica completa del proyecto. Esta cifra es una estimación preliminar del costo.

Los resultados de esta evaluación sustentan la factibilidad técnica y funcional del laboratorio móvil de transición energética al integrar adecuadamente los equipos, materiales y recursos necesarios para su implementación. Con ello se establece una base para avanzar hacia las fases de diseño detallado, financiación y ejecución del laboratorio móvil.

3.5 Análisis económico y financiero

En este apartado se evalúa la viabilidad económica y financiera del laboratorio móvil de transición energética.

3.5.1 Análisis de entorno económico

En Barrancabermeja, la refinera de Ecopetrol procesa aproximadamente 252.000 barriles de petróleo diarios (Alcaldía Distrital de Barrancabermeja, 2024), consolidando a la ciudad como una de las diez mayores economías regionales del país. Aunque la actividad petrolera es económicamente relevante, la necesidad de reducir la utilización de combustibles fósiles requiere que se diversifique la matriz energética para que la generación de energía a partir de fuentes renovables se incremente. Este cambio no solo contribuiría a mantener y potencialmente aumentar la mano de obra local vinculada al sector energético, sino que también permitiría promover la innovación tecnológica y la educación en energías renovables, fortaleciendo la sostenibilidad

económica de la ciudad mediante la capacitación y concienciación de los usuarios a través del laboratorio móvil.

3.5.2 Análisis de entorno financiero.

La principal fuente de financiación para este proyecto, dado su enfoque educativo, se espera que sea la Secretaría de Educación Distrital de Barrancabermeja. Como segunda opción, se considera la posibilidad de apoyo por parte de Ecopetrol, ya que actualmente financian proyectos relacionados con la transición energética a través de sus programas de sostenibilidad. Finalmente, otras fuentes potenciales de financiación podrían provenir de aliados privados, como empresas del sector energético.

La inversión requerida dependerá de las fuentes de financiación disponibles. En la Tabla 2, se presenta la estimación de la inversión inicial necesaria para implementar el laboratorio móvil.

Tabla 2

Inversión inicial estimada del laboratorio móvil de transición energética

Concepto	Cantidad	Valor unitario (\$) (COP)	Total (\$) (COP)
Vehículo energético adaptado	1	210.000.000	210.000.000
Kit entrenador de energías alternativas y renovables FCJJ-40	1	18.844.364	18.844.364
Tecnologías energéticas	1	12.000.000	12.000.000
Pantalla digital interactiva	1	16.000.000	16.000.000
Portátil (Laptop)	6	2.800.000	16.800.000
Modem portátil	2	400.000	800.000
Caja de almacenamiento	4	120.000	480.000
Material bibliográfico y didáctico	1	2.000.000	2.000.000
Materiales, herramientas e insumos	1	2.000.000	2.000.000
Personal técnico	1	4.000.000	4.000.000
		Total	282.924.364

Además, en la Tabla 3, se presenta una estimación de los costos operativos anuales que tendrá el laboratorio móvil de transición energética.

Tabla 3

Costos operativos estimados anuales del laboratorio móvil

Concepto	Total (\$) (COP)
Personal técnico	109.200.000
Actualización o cambio tecnológico	15.000.000
Gastos administrativos	22.000.000
Gastos de movilidad y mantenimiento vehicular	5.000.000
Mantenimientos correctivos profundos o de emergencia	3.000.000
Total Anual	154.200.000

El análisis permitió establecer que el laboratorio móvil de transición energética es económica y financieramente viable, ya que cuenta con potenciales fuentes de financiación y una inversión inicial razonable frente a los beneficios esperados.

3.6 Evaluación ambiental y social

En el laboratorio móvil es importante garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo, ya que gracias a él se identifican condiciones, riesgos y oportunidades que pueden afectar la viabilidad del mismo.

3.6.1 Leyes y normativas ambientales y sociales

Las leyes y normativas ambiental y social nacional que se consideran y rigen para el trabajo de grado son:

- **Leyes y normativas ambientales:**

Constitución política de Colombia Art. 79 y 80

Ley 99 de 1993, creado por el SINA (sistema nacional ambiental)

Leyes 1931 y 2169 de 2018 y 2021 respectivamente, normas relacionadas con el cambio climático.

Resolución 1023 de 2022

Decreto 1076 de 2015, es el único decreto reglamentario del sector ambiental y del desarrollo sostenible

- **Leyes y normativas sociales:**

Ley 152 de 1994

Ley 70 de 1993

Ley 142 de 1994

Ley 21 de 1991 (Convenio 169 de la OIT)

3.6.2 Diagnóstico social y ambiental inicial de la región

Este diagnóstico permite identificar las condiciones sociales y ambientales de Barrancabermeja, necesarias para adaptar el laboratorio móvil a las realidades del territorio.

El entorno físico y ecológico de Barrancabermeja condiciona el diseño y operación del laboratorio móvil. En esta ciudad predomina un clima tropical cálido con una temperatura promedio de 30°C, alcanzando hasta 40°C en temporadas secas, y una humedad relativa entre el 70 % y 80 %.

Por otra parte, el territorio es mayoritariamente plano, con terrazas fluviales y suelos aluviales que facilitan la acumulación de agua, especialmente cerca del río Magdalena. En las zonas rurales, el relieve se torna ligeramente ondulado hacia la serranía de los Yariguíes. La ciudad está rodeada de ciénegas, quebradas y humedales, y atravesada por el río Magdalena Medio, cuya cercanía genera riesgo de inundaciones en algunos sectores urbanos. Se destacan las inundaciones

recurrentes por las lluvias y el desbordamiento del río, la contaminación hídrica en cuerpos de agua por vertimientos domésticos e industriales, y la presencia de áreas con deficiente drenaje en planicies aluviales cercanas a los humedales.

Con relación a lo social, las dinámicas poblacionales y socioeconómicas locales definen los retos y oportunidades para su implementación educativa. Barrancabermeja es una ciudad con una población estimada en 2025 de acuerdo a proyecciones del DANE de 217.742 habitantes, de los cuales el 18,5 % son menores de 12 años y el 9,1 % son adolescentes entre 12 y 17 años (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2025)). Entre 2018 y 2022, la población creció un 5,5 %, impulsada por la migración laboral debido a la actividad petrolera y por desplazamientos por violencia, lo que ha generado asentamientos en zonas de riesgo con alta concentración de niños y jóvenes.

La población enfrenta niveles significativos de pobreza, con un 26,52 % en pobreza extrema y un 19,28 % en pobreza moderada. La economía local depende en gran medida del sector petrolero e industrial, y la participación laboral es baja comparada con otras ciudades. La cobertura de servicios públicos es desigual: el acueducto alcanza un 94 %, mientras que el alcantarillado es limitado, y algunas viviendas se encuentran en zonas no aptas para la urbanización.

Actualmente, Barrancabermeja presenta altas tasas de violencia, hurtos y delitos, incluyendo violencia intrafamiliar contra menores y adultos. Aunque la cobertura educativa es buena, la deserción escolar se ha incrementado debido a métodos de enseñanza poco didácticos, infraestructura deficiente y falta de capacitación docente. Estos factores afectan directamente a los niños y jóvenes, quienes serán los principales beneficiarios del laboratorio móvil.

3.6.2 Valoración, consulta temprana y percepción social de impactos potenciales

Con este laboratorio móvil se espera que, al promover el aprendizaje y la apropiación de conocimiento sobre los sistemas de generación con energías renovables y la eficiencia energética, se contribuya a comprender la importancia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. Considerar la reducción del impacto ambiental (huella ecológica), junto con los aspectos económicos y sociales, como criterios clave para la toma de decisiones en la generación y uso de la energía, permitirá establecer la rentabilidad y viabilidad del desarrollo de sistemas sostenibles. En cuanto a lo social también son muy positivas, ya que impacta de manera directa en el conocimiento de los territorios, y se espera que haya principalmente una participación masiva de niños y jóvenes, debido al desarrollo y sostenibilidad de estos tipos de proyectos que incluyen tecnologías energéticas emergentes.

Con el objetivo de identificar los desafíos relacionados con el uso y manejo energético en la ciudad, se diseñó una entrevista aplicada a un grupo piloto compuesto por 15 estudiantes y residentes de Barrancabermeja. La muestra incluyó jóvenes de tres instituciones educativas públicas: el Colegio Técnico de comercio, la Institución Educativa Camilo Torres y el Colegio Diego Hernández de gallegos, pertenecientes principalmente a los grados octavo, noveno, décimo y undécimo. Las preguntas abordaron cuatro temas principales:

Sistema energético actual: Se preguntó “¿Cómo usas la energía en tu casa o colegio y qué problemas has notado, como apagones, gastos altos o contaminación?” Esta pregunta permitió identificar percepciones sobre las limitaciones y problemas del sistema energético vigente.

Energías renovables: Se preguntó “¿Sabes sobre energías renovables como solar, eólica o biomasa, y crees que sería bueno usarlas en tu colegio o comunidad?” Con ello se evaluó el

nivel de conocimiento y la receptividad hacia alternativas energéticas, lo que orienta el contenido educativo del laboratorio según lo que los estudiantes ya conocen o desconocen.

Educación energética: Se preguntó “¿Crees que hay suficientes actividades en tu colegio para aprender sobre energías y qué actividades te gustaría aprender sobre cómo usarla mejor (generación, almacenamiento, entre otras)?” Esto permitió identificar vacíos en la educación energética y las preferencias de aprendizaje, ayudando a que el laboratorio sea más interactivo y adaptado a los estudiantes.

Hábitos y eficiencia energética: Se preguntó “¿Qué haces para ahorrar energía en tu hogar o colegio y qué más podrías hacer para usar menos energía?” Esta pregunta exploró comportamientos actuales y conciencia ambiental, permitiendo enfocar las actividades del laboratorio móvil en hábitos sostenibles y prácticos.

De acuerdo con las respuestas, las necesidades prioritarias identificadas que fueron más destacadas por los entrevistados fueron:

El cambio en el sistema energético actual a uno más diversificado, sostenible y económico.

Contar con alternativas de formación más interactivas y prácticas.

Reducir el consumo de energía principalmente en los hogares para disminuir los altos costos actuales.

Mayor acceso a la experimentación con energías renovables.

En conclusión, este enfoque de análisis se ajusta a los lineamientos establecidos en la normativa ambiental nacional (Ley 99 de 1993 y Decreto 1076 de 2015), que exige la identificación previa de las condiciones actuales del territorio como parte del diagnóstico ambiental y social. En consecuencia, la información detallada constituye un insumo esencial para

la evaluación de impactos y la formulación de medidas orientadas a garantizar la viabilidad, pertinencia y sostenibilidad del proyecto.

3.7 Análisis de riesgo y desafíos.

Con el laboratorio móvil se presenta una oportunidad importante para fortalecer la conciencia, educación ambiental y tecnológica alrededor de las energías renovables. A continuación, se describen los riesgos y desafíos a resolver.

Con relación a los riesgos técnicos, en el laboratorio móvil son importantes los equipos tecnológicos. Por lo que si hay alguna falla técnica o deficiencia en el mantenimiento podría afectar el funcionamiento.

Los principales desafíos técnicos para la sostenibilidad del laboratorio son los siguientes:

- Garantizar la correcta instalación y mantenimiento de los equipos.
- Capacitar al personal encargado en el buen uso y el cuidado de los equipos.
- Tener almacenado materiales y repuestos para las practicas a realizar.

Las medidas de mitigación a tener en cuenta son:

- Diseñar un plan de mantenimiento.
- Realizar capacitaciones periódicamente al personal.

Por otra parte, en el proyecto es fundamental obtener recursos económicos para la compra de equipos, mantenimientos, material didáctico y personal de apoyo. La falta de apoyo económico pondría en peligro la sustentabilidad del proyecto.

Por consiguiente, los desafíos financieros son:

- Garantizar los recursos económicos del proyecto a mediano y largo plazo.
- Conseguir la financiación ya sea público y/o privado.
- Controlar los costos de operación y mantenimiento.

Para mitigar los riesgos financieros es necesario:

- Gestionar alianzas que estén a favor de la transición energética y la educación.
- Implementar informes financieros periódicos y optimizar recursos.

Con relación a los riesgos pedagógicos, se puede ver afectado el objetivo de enseñanza si las actividades no son comprendidas por los estudiantes.

Los principales desafíos pedagógicos son:

- Adaptar los módulos a diferentes edades y niveles educativos.
- Prolongar el interés y la participación de los estudiantes en las actividades.

Para afrontar estos desafíos es necesario:

- Construir guías didácticas con un lenguaje claro.
- Capacitar al personal encargado en metodologías activas.
- Evaluar cada cierto tiempo la metodología de enseñanza aprendizaje utilizada en el laboratorio.

Para garantizar la sostenibilidad del laboratorio móvil es necesario que se creen alianzas entre las instituciones educativas, el equipo técnico y las entidades de apoyo. Esto con el propósito de:

- Mantener la coordinación entre instituciones y comunidades.
- Lograr la adquisición social del conocimiento generado.

Para lograr estos propósitos se debe:

- Establecer convenios entre instituciones, comunidades y entidades aliadas.
- Promocionar el proyecto como estrategia de educación ambiental

El análisis de riesgos y desafíos permitió identificar factores que podrían afectar la implementación del laboratorio móvil. A partir de estos, se plantearon medidas de mitigación orientadas a garantizar su funcionamiento, sostenibilidad y pertinencia educativa en el territorio. Los resultados de estos estudios de análisis y evaluación sirven de base para el siguiente capítulo, en el que se estructuran los módulos pedagógicos de conceptos, aspectos generales y practicas lúdicas.

4. Estructuración básica de los módulos de conceptos, aspectos generales y practicas lúdicas.

Este capítulo establece la metodología para que el laboratorio móvil transfiera conocimientos básicos a través de módulos secuenciales. Dicha metodología incorpora la enseñanza de fundamentos teóricos y actividades prácticas con un enfoque que garantice la comprensión por parte de la comunidad estudiantil de nivel básico y medio, y de otras comunidades de la ciudad.

Se realizará el análisis de cómo están estructurados los módulos en base con los conceptos, aspectos generales y prácticas de fácil aprendizaje enfatizando en la enseñanza lúdica y practica que ayuda a entender y dar claridad a los temas relacionados con la transición energética. Para esto se estructuran tres módulos.

4.1 Modulo 1: Conceptos básicos de la energía y aspectos generales de la transición energética.

Este primer módulo introduce los principios básicos de la energía y de la transición energética, sirviendo como base teórica para los demás módulos. Se busca que los estudiantes comprendan qué es la energía, sus tipos, fuentes y procesos de conversión, así como la importancia

de transitar hacia modelos sostenibles. Finalmente, este módulo introduce el concepto de transición energética, sus estrategias, desafíos y la relevancia del manejo energético y almacenamiento de energía como componente clave para alcanzar la sostenibilidad.

¿Qué es la energía? Se explicará la definición general de energía de manera clara y concisa. Esta explicación irá acompañada de ejemplos cotidianos que permitan comprender cómo la energía funciona y se manifiesta en la vida diaria, Se hará especial énfasis en la importancia de la energía y como resulta esencial para el desarrollo de nuestras actividades diarias.

Tipos de energía. Se expondrán de los principales tipos de energía que existen describiendo en cada una su definición, características, ventajas y desventajas, aplicación en el mundo y como se pueden obtener. Adicionalmente se buscará ilustrar por medios de ejemplos y analogías las diferencias que hay entre ellas para dar entender de una mejor forma a los usuarios de cómo utilizar la energía de una forma más sostenible

Fuentes de energía. Se presentarán los dos conjuntos de fuentes de energía, que son: las energías renovables y no renovables. Posteriormente se englobarán los diferentes tipos de energía que existen para cada grupo, explicando cómo se obtienen cada una de ellas, características, diferencias, el impacto ambiental que generan al utilizar cada una de ellas. También se discutirá la importancia que tiene cada una de ellas al generar electricidad y calor, así como su participación en la movilidad y mejoramiento del estilo de vida de las personas.

Conversión y transformación de la energía. Se describirán los principales procesos de conversión de energía que hay, junto también con las tecnologías de conversión más importantes que existen, destacando la eficiencia en la conversión que se tiene al utilizar cada una de ellas y presentando algunos ejemplos de aplicaciones donde se encuentran esas tecnologías que realizan dichos procesos de conversión.

¿Qué es la transición energética? Se explicará la definición general de transición energética, para describir la importancia, ventajas, beneficios, impactos y oportunidades e implicaciones generales que trae el realizar el cambio del modelo energético actual basado en combustibles fósiles hacia un modelo sostenible basado en energías renovables.

Estrategias y desafíos en la transición energética. Se expondrán las estrategias necesarias como plan de acción y los diversos desafíos principalmente ambientales, económicos, sociales y tecnológicos que pueden surgir al intentar alcanzar el objetivo hacia el sistema energético sostenible que se trata de obtener con la transición energética.

Gestión energética. Se realizará una introducción sencilla de lo que es la gestión energética. Se describirán con la ayuda de algunos ejemplos cada uno los principales componentes de la gestión energética que se deben tratar como son: la eficiencia energética, la medición y la monitorización del consumo, el control de la demanda, los hábitos y la cultura energética, las fuentes de energía alternativas integrado a las redes avanzadas, entre otras. Con esto se quiere avanzar con el objetivo de tener un sistema energético principalmente sostenible, económico y ambiental.

Almacenamiento de energía. Se realizará una descripción de lo que es el almacenamiento de energía, la importancia de almacenar energía, los diferentes tipos de almacenamiento (los más comunes que se utilizan), se expondrán los bancos de baterías y como se utilizan en las diferentes aplicaciones importantes como las energías renovables (principalmente sistemas fotovoltaicos), subestaciones, vehículos eléctricos, entre otros. Es necesario profundizar sobre el almacenamiento de energía, a que sin él no se logrará una transición energética sostenible.

4.2 Modulo 2: Energías renovables e impacto ambiental.

Una vez comprendidos los conceptos básicos de la energía y los aspectos generales de la transición, el segundo módulo se centra en las energías renovables y sus implicaciones ambientales. Se explicará qué son las energías renovables, su origen natural y su disponibilidad, mostrando ejemplos de energía solar, eólica, hidráulica y de biomasa. Cada tipo será descrito con apoyo de imágenes, videos y demostraciones que faciliten la comprensión de los procesos de conversión energética. Asimismo, se abordará el impacto ambiental de las distintas fuentes energéticas, contrastando los efectos negativos de las no renovables con los beneficios de las renovables. De este modo, el módulo contribuye a fortalecer la conciencia ambiental y la comprensión del papel de las energías renovables en la mitigación del cambio climático.

¿Qué son las energías renovables? Se explicará de cómo se originan de fuentes naturales disponibles de forma casi permanente como las energías renovables que provienen del sol, viento, agua, biomasa y calor que proviene de la tierra. Mostrando como los combustibles fósiles producen daños al medio ambiente y es finita.

Principales tipos de energías renovables.

Existen diversas fuentes de energía renovable que pueden aprovecharse de manera sostenible y didáctica. A continuación, se presentan algunas de las más representativas.

Energía solar fotovoltaica: Enseñar con la ayuda de imágenes y videos cómo es posible aprovechar la radiación solar convirtiéndola en energía eléctrica mediante celdas fotovoltaicas, mostrando cómo funciona el efecto fotoeléctrico. Dando ejemplos de las formas de aprovechamiento de energía solar.

Energía solar térmica: Explicar mediante recursos visuales cómo la radiación solar se convierte en calor a través de dispositivos que capturan y transfieren el calor solar, como

calentadores solares. Explicar su uso en el calentamiento de agua, cocinas solares y calefacción, destacando su aplicación práctica y sostenible en el entorno cotidiano.

Energía eólica: Explicar como la fuerza del viento se utiliza transformando la energía cinética a energía mecánica haciendo girar las hélices del aerogenerador que transmite ese movimiento al eje central que a su vez está conectado a un generador que produce energía eléctrica.

Energía hidráulica: Describir y mostrar cómo se obtiene gracias al resultado de la fuerza del agua acumulada en un embalse o presa, liberando el agua por tubería a presión capaz de hacer girar turbinas que a su vez transmiten el movimiento al generador eléctrico, siendo responsable de transformar la energía mecánica a energía eléctrica. Se presenta como esta energía es importante en la generación ya que representa cerca del 60% de la generación eléctrica del país gracias a centrales hidroeléctricas que están construidas por todo el país.

Biomasa: Exponer y explicar con ejemplos e imágenes como esta energía se genera desde la materia orgánica sea de origen vegetal o animal y que beneficios energéticos trae su uso. Identificar las formas de aprovechar la biomasa en el día a día con la ayuda de material digital.

Impacto ambiental de las fuentes de energía

Analizar el impacto ambiental de las distintas fuentes de energía es necesario para valorar sus implicaciones en el entorno y en la salud humana. En esta sección se presentan ejemplos que permiten contrastar los efectos negativos de las fuentes convencionales con los beneficios y desafíos ambientales asociados al uso de alternativas sostenibles.

Combustibles fósiles: Generan grandes cantidades de CO₂, causante del cambio climático, la extracción afecta negativamente el ecosistema y la salud humana. La idea es mostrar y explicar con la ayuda de imágenes los diversos daños que se originan a través del uso de estos combustibles principalmente en la industria automotriz.

Energía nuclear: Se hará una descripción sencilla de cómo se obtiene la energía nuclear y porque libera una gran cantidad de energía calorífica en su fusión. Se mostrará también el impacto ambiental que trae generar energía eléctrica a través de los reactores nucleares.

Recursos renovables: Mostrar los beneficios ambientales que trae el uso de energías renovables aportando a la mitigación del cambio climático. También es importante explicar que, aunque trae beneficios positivos de impacto ambiental también representan algunos impactos negativos que se deben tener en cuenta, cómo el ocupar grandes áreas de terreno, alteración de ecosistemas, entre otros.

4.3 Módulo 3: Prácticas lúdicas de aprendizaje

Los módulos lúdicos fomentan el aprendizaje experiencial, estimulando la curiosidad científica, el pensamiento crítico y el uso responsable de los recursos naturales. Además, fortalecen la conciencia ambiental y los principios de la transición energética, promoviendo alternativas sostenibles que reducen el uso de fuentes no renovables y favorecen un consumo energético más eficiente hacia un futuro sostenible.

Este módulo se desarrollará mediante experimentos apoyados en tecnología energética renovable en miniatura, utilizando un kit educativo completo y prácticas caseras construidas con materiales reciclables disponibles en los hogares. Estas actividades impulsan el aprendizaje en torno al uso racional de la energía, tecnologías eficientes, generación, almacenamiento y su impacto ambiental.

Actividad 1: El poder del sol en nuestras manos

Con esta actividad se podrá explicar de manera clara, acercando a los participantes a la realidad de cómo funciona y cómo se puede aprovechar la energía del sol, específicamente en

forma de energía eléctrica y térmica. A través de la realización de dos experimentos, se podrá observar el proceso de conversión de la energía solar.

Carro solar: Con la ayuda de un kit didáctico de energía renovable, se puede demostrar cómo la radiación solar se convierte en electricidad, explicando de manera práctica el efecto fotovoltaico de los paneles solares. Al conectar el panel solar a un motor de 12 V y a la estructura de un pequeño vehículo, ya sea incluido en el kit o construido con materiales reciclables, se puede mostrar de forma sencilla cómo la energía del sol puede generar movimiento en un automóvil mediante un circuito básico.

Horno solar (ver Figura 8): Experimento utilizando materiales reciclables (cartón, papel aluminio, hojas de acetato, papel negro o pintura) para demostrar cómo la energía solar se transforma en energía térmica, por ejemplo, para calentar o fundir alimentos (ver Anexo 1). Esto permite explicar aplicaciones cotidianas, como el funcionamiento de los calentadores solares de agua. Además, otro experimento propuesto con el kit didáctico de energía renovable consiste en encender un ventilador utilizando dos fuentes de calor, con el fin de que los usuarios comprendan de manera práctica el efecto termoeléctrico.

Figura 8

Experimento de horno solar



Nota. Captura de pantalla del video *Horno solar*, por Burgos Sarmiento (2021), YouTube.

Actividad 2: Del viento a la electricidad.

Esta actividad tiene como objetivo enseñar cómo el movimiento del aire puede generar energía eléctrica y cómo este recurso natural puede usarse de manera responsable, reforzando la comprensión de las fuentes de energía renovable.

Turbina eólica: Con el kit didáctico se demostrará cómo la fuerza del viento mueve las hélices, que a su vez activan un pequeño motor generando electricidad y encendiendo un LED. Esta práctica permite visualizar de manera sencilla el principio de transformación de la energía cinética en energía eléctrica.

Generador eólico casero (ver Figura 9): Se construirá un generador eólico utilizando materiales reciclables (motor pequeño, botellas plásticas, cartón, cables, LED, palitos, cinta y pegamento), mostrando cómo el viento puede aprovecharse para generar electricidad de forma práctica y comprensible (ver Anexo 2). Este experimento permite observar un fenómeno físico real y comprender cómo la naturaleza contribuye a la generación de energía limpia, destacando la importancia de la transición energética.

Figura 9

Experimento de turbina eólica casera.



Nota. Captura tomada del video Turbina Eólica de Como Lo Hice Inventor (2023), Youtube.

Actividad 3: Aprendiendo didácticamente las energías alternativas y renovables

Es una actividad que enseña y proporciona a través de un kit didáctico (Cienytec, 2025), una experiencia de aprendizaje basada en la experimentación directa con diversas fuentes y sistemas energéticos, enfocados en conceptos de química, física y transición energética. Su principal aporte pedagógico radica en facilitar la comprensión de la ciencia aplicada detrás de diferentes tecnologías, especialmente las relacionadas con las pilas de combustible como las PEM, las de agua salada, las reversibles y las de etanol, así como con distintas fuentes de energía renovable, entre ellas la energía eólica, solar fotovoltaica, solar térmica y mecánica. Además, el kit integra sistemas de almacenamiento energético mediante supercondensadores, lo que permite abordar el ciclo completo de generación, transformación y aprovechamiento de la energía. Algunos de los experimentos que se desarrollarán en este laboratorio móvil utilizando el kit didáctico son:

- Encender un ventilador empleando dos fuentes de calor (energía térmica).

- Encender dos bombillos mediante la energía generada por un panel solar (energía solar).
- Producir hidrogeno y oxígeno a través del proceso de electrolisis.
- Generar energía eléctrica a partir del hidrogeno y oxigeno utilizando una pila de combustible
- Encender un ventilador mediante la descarga de un supercondensador (almacenamiento de energía eléctrica) y mediante una manivela (energía mecánica).
- Producir electricidad a partir de etanol y agua (bio-energía).
- Alimentar y encender un coche en miniatura utilizando distintas fuentes de energía, tales como pilas de combustible de hidrógeno, pilas de agua salada, panel solar, supercondensador y generador manual, comparando su desempeño y eficiencia.

Actividad 4: Energía y conciencia ambiental

El objetivo de esta actividad es fomentar la conciencia energética y ambiental, promoviendo la eficiencia energética y la importancia de las energías renovables. A través de un enfoque lúdico, se busca que los participantes adquieran prácticas responsables con el uso de la energía y el cuidado del medio ambiente, aspectos fundamentales en el proceso de transición energética.

Uso racional de la energía

Esta práctica muestra la importancia de utilizar la energía de manera eficiente y responsable, implementando acciones cotidianas que reduzcan el consumo sin afectar las necesidades básicas, como apagar luces innecesarias, aprovechar la luz natural y desconectar electrodomésticos. Se realizará una comparación didáctica entre bombillos LED e incandescentes,

utilizando pinzas o equipos de medición, para evidenciar cómo una tecnología más eficiente puede cumplir la misma función consumiendo menos energía.

Impacto ambiental de las fuentes de energía.

Se busca comprender cómo las distintas fuentes de energía, renovables y no renovables, afectan el medio ambiente y la relevancia de usar alternativas limpias. Para ello, se realizará un experimento con dos plantas pequeñas en frascos de vidrio: uno simula un ambiente contaminado con humo y el otro permanece sin alteraciones. Observando cómo el humo opaca el frasco y afecta la planta, los participantes podrán entender de manera sencilla el impacto negativo de las fuentes de energía no renovables sobre el medio ambiente.

La estructuración y evaluación de las prácticas propuestas para el laboratorio móvil permiten consolidar una estrategia pedagógica integral orientada a la transición energética. A través de módulos temáticos y actividades lúdicas, se facilita la comprensión de conceptos clave, el uso responsable de la energía y la apropiación de tecnologías sostenibles por parte de estudiantes y comunidades. Este enfoque garantiza que el laboratorio no solo transmita conocimientos, sino que también promueva cambios culturales y hábitos energéticos que contribuyan a un futuro más sostenible.

5. Conclusiones

El estudio de prefactibilidad realizado demuestra que el laboratorio móvil de transición energética es viable en los aspectos educativos, técnicos, ambientales, sociales, económicos y financieros, constituyéndose en una alternativa sostenible para fortalecer la educación y la conciencia energética en Barrancabermeja.

El estudio de prefactibilidad, junto con el análisis teórico y contextual desarrollado, permite concluir que se cumplieron satisfactoriamente los objetivos planteados en este trabajo de grado. En conjunto, estos resultados demuestran la pertinencia y factibilidad del laboratorio móvil, respaldando su desarrollo en fases de diseño y ejecución, ya que el proyecto cuenta con las condiciones necesarias para desarrollarse y operar exitosamente en el municipio de Barrancabermeja.

Además de su factibilidad, el laboratorio representa una herramienta pedagógica innovadora que promueve la participación activa de niños y jóvenes. Su enfoque lúdico y experimental facilita la apropiación social del conocimiento en temas clave como el medio ambiente, el desarrollo sostenible, la gestión eficiente de la energía y el uso racional de los recursos, fortaleciendo así la conciencia energética en las comunidades.

Para implementación de este laboratorio se requiere un respaldo financiero y logístico de entidades gubernamentales o privadas para garantizar la sostenibilidad y llegar a la comunidad objetivo.

6. Recomendaciones

Para garantizar una implementación efectiva y sostenible a largo plazo, se plantean las siguientes recomendaciones

- **Respaldo institucional y financiero:** Gestionar apoyo logístico y económico por parte de entidades gubernamentales y privadas, con el fin de asegurar la continuidad del proyecto y su alcance en la comunidad educativa.

- **Viabilidad financiera:** Identificar modelos de financiación que cubran la inversión inicial, los costos de mantenimiento, la renovación de materiales y la contratación del personal técnico y pedagógico necesario.
- **Diseño modular y materiales adecuados:** Estructurar el laboratorio en módulos que faciliten su montaje, transporte y mantenimiento. Utilizar materiales resistentes y livianos que reduzcan los costos de reparación y prolonguen la vida útil del equipo.
- **Accesibilidad y seguridad:** Incorporar criterios de accesibilidad para personas con movilidad reducida u otras discapacidades, y cumplir con los estándares de seguridad eléctrica para evitar riesgos durante las prácticas.
- **Viabilidad operativa:** Realizar pruebas piloto en instituciones educativas para validar el funcionamiento del laboratorio, ajustar metodologías y garantizar que los resultados esperados se cumplan en condiciones reales.
- **Articulación interinstitucional docente:** Crear un grupo de trabajo entre las instituciones educativas que utilizarán el laboratorio móvil, conformado por docentes comprometidos con la temática energética. Este colectivo debe estructurar la base pedagógica del proyecto, coordinar actividades y recibir formación específica para asegurar un impacto significativo en los procesos de apropiación del conocimiento sobre transición energética, tanto en estudiantes como en la comunidad.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Distrital de Barrancabermeja. (4 de Octubre de 2024). *Economía*. Obtenido de <https://www.barrancabermeja.gov.co/publicaciones/14/economia/#:~:text=El%20Complejo%20Industrial%20de%20Ecopetrol%20S.A.%2C%20refina%20aproximadamente,de%20los%20productos%20petroqu%C3%ADmicos%20que%20demanda%20el%20pa%C3%A9s>.
- Asociación Colombiana de Energías Renovables. (2024). *Boletín Renovables: En 2024 se cuadruplicó la generación de energías renovables*. Obtenido de https://sercolombia.org/wp-content/uploads/2024/12/Ser_Colombia_INFORME_Dic.pdf
- Atlas Eólico Global. (2025). *Global wind atlas*. Obtenido de <https://globalwindatlas.info/en/>
- Burgos Sarmiento, F. (7 de Agosto de 2021). *¿COMO HACER UN HORNO SOLAR CON UNA CAJA?* Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=AVrShAXYbks&t=8s>
- Cienytec. (2025). *Entrenador de energías alternativas y renovables FCJJ-40*. Obtenido de <https://www.cienytec.com/edu2-entrenadores-energias-alternativas-renovables-kit-fcjj-40.htm>
- Cienytec. (2025). *Pantalla digital interactiva*. Obtenido de <https://www.cienytec.com/Tableros-digitales-interactivos.htm#legamaster>
- Como Lo Hice Inventor. (26 de Junio de 2023). *Mini Generador Eólico y Manual* . Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=c9XyCP5EitI&t=6s>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025). *Proyecciones de población*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía. (28 de Junio de 2025).

Ministerio de Minas y Energía y Alcaldía de Barrancabermeja firman alianza por la Transición Energética Justa. Obtenido de <https://fenoge.gov.co/ministerio-de-minas-y-energia-y-alcaldia-de-barrancabermeja-firman-alianza-por-la-transicion-energetica-justa/>

Global Solar Atlas. (2025). *GLOBAL SOLAR ATLAS.* Obtenido de <https://globalsolaratlas.info/detail?s=7.067331,-73.852563&m=site&c=7>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (JUNIO de 2025). *BRILLO SOLAR.* Obtenido de <https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/clima/brillo.html>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2025). *Colombia en mapas.* Obtenido de <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de Noviembre de 2020). *Colombia reducirá en un 51% sus emisiones de gases efecto invernadero para el año 2030.* Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/colombia-reducira-en-un-51-sus-emisiones-de-gases-efecto-invernadero-para-el-ano-2030/>

Ministerio de Minas y Energías. (20 de Agosto de 2025). *Colombia supera los 3 gigavatios de energías limpias en su matriz energética.* Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/colombia-supera-3-gigavatios-energias-limpias-matriz-energetica/>

Presidencia de la Republica de Colombia. (16 de Enero de 2025). *El viento de La Guajira impulsa la transición energética con 17 proyectos eólicos.* Obtenido de <https://www.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/El-viento-de-La-Guajira-impulsa-la-transicion-energetica-con-17-proyectos-eolicos-250116.aspx>

Secretaria de Educacion Distrital de Barrancabermeja. (Enero de 2025a). *LLAMADO A LOS PADRES: AÚN HAY CUPOS EN LOS COLEGIOS OFICIALES DE BARRANCABERMEJA.* Obtenido de

<https://www.barrancabermeja.gov.co/publicaciones/2774/llamado-a-los-padres-aun-hay-cupos-en-los-colegios-oficiales-de-barrancabermeja/>

Secretaria de Educacion Distrital de Barrancabermeja. (2025b). *YA ESTÁN ABIERTAS LAS INSCRIPCIONES PARA ALUMNOS NUEVOS EN LOS 21 COLEGIOS OFICIALES.*

Obtenido de <https://www.barrancabermeja.gov.co/publicaciones/3562/ya-estan-abiertas-las-inscripciones-para-alumnos-nuevos-en-los-21-colegios-oficiales/>

The Business Research Company. (Enero de 2025). *Computers Global Market Report 2025.*

Obtenido de <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/computers-global-market-report>

Unidad de Planeación Minero Energética. (2025). *Predicción espacial de la radiación solar en Colombia.* Obtenido de

https://sig.upme.gov.co/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=5c48f9c11e9f4cd6a9d7f928549d2a39&page=Enero#data_s=id%3AdataSource_15-199156ab5f5-layer-55%3A852%2Cid%3AdataSource_15-1993ad61b0e-layer-54%3A93629%2Cid%3AdataSource_1-1993e37b660-layer-6