

**FACTIBILIDAD DE TECNOLOGIAS DE HIDROGENO VERDE EN
LA MATIRZ LOGISTICA DE COLOMBIA Y COMO AFECTARIA
EN LA INTERMODALIDAD TERRESTRE DEL TERRITORIO
COLOMBIANO.**



DANIEL ARTURO CASTILLO LOPEZ

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA LOGISTICA

UNIVERSIDAD EAN

24-03-2022

BOGOTA D.C

Contenido

RESUMEN	2
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECIFICO.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
MARCO TEORICO.....	6
METODOLOGIA.....	11
Descripción metodológica	11
Definición de Variables.....	12
Diseño de la investigación	13
Población y Muestra.....	13
Selección de métodos o instrumentos para recolección de información.....	14
ENCUESTA POBLACIÓN.....	14
CONCLUSIONES:.....	16
LISTA DE REFERENCIAS	23

RESUMEN

En la actualidad se está optando por tecnologías nuevas y más amigables con el medio ambiente para cumplir con el planeta en la agenda 2030. Colombia en la actualidad le ha estado apostando a la transición energética con las Energías renovables, arriesgando con esto las matrices energéticas del país para darles cabida estas nuevas tecnologías en el país, llevando acabo bastantes proyectos solares y eólicos en el territorio colombiano, dando a conocer al mundo que el país está comprometido con los ODS. Por otro lado, la matriz logística terrestre de carga del país está buscando alternativas de combustibles más amigables con el medio ambiente, para que desde el día a día de cada colombiano se llegue a la reducción significativa de la contaminación, brindando con esto aportes a los ODS; llevando con esto a buscar aprovechar los recursos logísticos, buscar intermodalidad logística e incursionar en energías renovables como lo es el hidrogeno verde y las pilas de combustible de hidrogeno verde.

Palabras clave: Hidrogeno verde, Logística multimodal, Transición energética Logística intermodal, ODS.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El cambio climático se refiere a la variación a largo plazo en los patrones climáticos de la Tierra, especialmente en relación con el aumento de la temperatura promedio global. Este fenómeno está asociado principalmente con la actividad humana, que ha incrementado la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, provocando un calentamiento global. El cambio climático tiene consecuencias significativas en los ecosistemas, la biodiversidad, la agricultura, la salud humana y los patrones climáticos regionales, lo que lo convierte en un tema de preocupación global dando como problema el efecto invernadero el cual es un fenómeno natural que permite que la Tierra retenga parte del calor del sol en su atmósfera. Funciona de la siguiente manera: la radiación solar llega a la Tierra en forma de luz visible y ultravioleta, calentando la superficie terrestre. Luego, la Tierra emite parte de ese calor de regreso al espacio en forma de radiación infrarroja. Los gases de efecto invernadero en la atmósfera, como el dióxido de carbono (CO₂) y el metano, absorben esta radiación infrarroja y la reemiten en todas direcciones, incluida de vuelta a la Tierra. Esto ayuda a mantener una temperatura promedio adecuada para la vida en el planeta. Sin embargo, el aumento de los gases de efecto invernadero debido a la actividad humana ha intensificado este efecto, provocando un calentamiento global y el cambio climático.

El transporte desempeña un papel significativo en el cambio climático debido a las emisiones de gases de efecto invernadero que produce, principalmente dióxido de carbono (CO₂). La quema de combustibles fósiles en vehículos, aviones, barcos y otros medios de transporte contribuye a la acumulación de CO₂ en la atmósfera, lo que intensifica el efecto invernadero y el calentamiento

global. Reducir las emisiones del transporte es crucial para mitigar el impacto ambiental y abordar el cambio climático.

Según lo anterior podemos encontrar un lazo muy grande entre la logística terrestre y la mitigación del efecto invernadero para el cumplimiento de los acuerdos a 2030 de la ODS, teniendo como foco de esta investigación la logística y el poder que tiene para minimizar el aumento del efecto invernadero, buscando soluciones de eficiencia energética y optando por combustible diferentes a las fósiles. Teniendo como punto clave de la investigación la participación de motores y celdas de hidrogeno verde para la puesta en marcha de medios de transporte terrestre con este combustible y la intermodalidad logística en el territorio colombiano.

El hidrógeno verde es crucial en el transporte debido a su capacidad para des carbonizar el sector. Se prevé que los vehículos de pila de combustible de hidrógeno representen alrededor del 20% del parque mundial en 2050 llevando con esto a nuestra pregunta problema.

¿Qué tan factible es implementar tecnologías de hidrogeno verde en los parques tanto automotor como férreos para generar eficiencia en los procesos logísticos terrestres de Colombia?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar la factibilidad de la implementación de tecnologías de hidrogeno verde en la matriz logística terrestre de Colombia utilizando sistemas intermodales.

OBJETIVOS ESPECIFICO

1. Analizar información sobre la generación de hidrogeno verde y como Colombia está participando en esto.
2. Describir la infraestructura logística colombiana y encontrar la interacción de los sistemas intermodales en la logística terrestre.
3. Analizar información de los costos de hacer la transición a hidrogeno verde de parques automotores y férreos.

JUSTIFICACIÓN

Según datos de la Revista COLFECAR, en el año 2017 se registraron un total de 413,574 vehículos de carga en Colombia. Esta cifra incluye camiones y otros tipos de vehículos utilizados para el transporte de mercancías en el país. El cálculo preciso de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) generadas por un camión en un año específico depende de varios factores, como el tipo de combustible utilizado, la eficiencia del motor, la carga transportada, la distancia recorrida y las condiciones de conducción.

Sin embargo, en promedio, un camión de carga pesada puede emitir alrededor de 8 a 10 kilogramos de CO₂ por litro de combustible consumido. Si consideramos que un camión típico recorre aproximadamente 100,000 kilómetros al año y tiene un consumo promedio de combustible de 30 litros por cada 100 kilómetros, podríamos estimar que un camión emite alrededor de 24,000 a 30,000 kilogramos de CO₂ al año.

Es importante tener en cuenta que estas cifras son aproximadas y pueden variar dependiendo de las condiciones específicas de operación de cada camión. Para obtener una estimación más precisa de las emisiones de CO₂ de un camión en particular, se deben considerar todos los factores mencionados anteriormente y realizar un cálculo detallado en base a los datos específicos del vehículo y su uso.

Si ponemos en comparación al transporte ferroviario en comparación con otros medios de transporte, como los trenes, los camiones tienden a ser menos eficientes en términos de emisiones por tonelada de carga transportada, lo que los convierte en una fuente significativa de contaminación en el sector del transporte de carga. Por lo tanto, es importante considerar medidas para reducir las emisiones de los camiones y promover prácticas más sostenibles en el transporte de mercancías.

En el contexto de la logística, los trenes juegan un papel fundamental al ofrecer una alternativa eficiente y sostenible para el transporte de carga a largas distancias. Algunos de los beneficios clave que aportan los trenes a la logística incluyen:

Eficiencia: Los trenes pueden transportar grandes volúmenes de carga de manera simultánea, lo que ayuda a optimizar los procesos logísticos y reducir los tiempos de entrega.

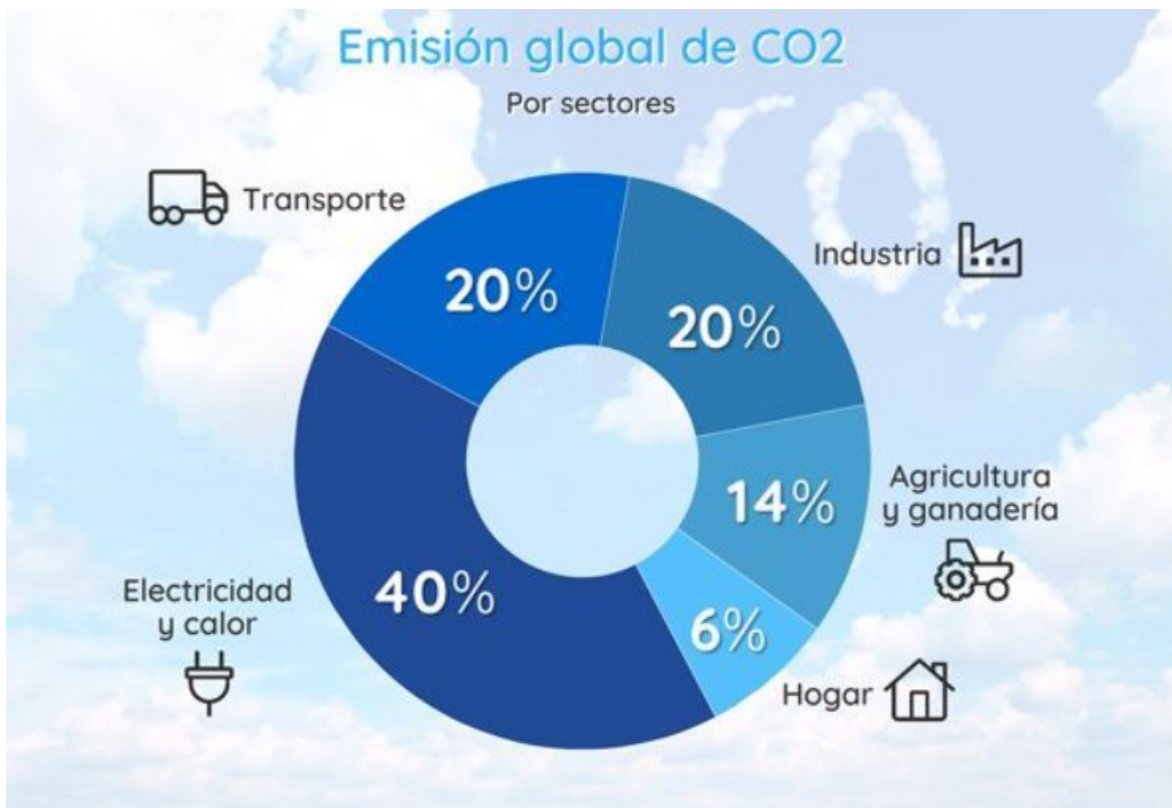
Costos: En muchos casos, el transporte de carga en tren puede resultar más económico que otros medios de transporte, especialmente para distancias largas.

Sostenibilidad: Los trenes son una opción de transporte más respetuosa con el medio ambiente en comparación con los camiones, ya que emiten menos gases de efecto invernadero por tonelada de carga transportada.

Capacidad: Los trenes tienen una gran capacidad de carga, lo que los hace ideales para movilizar grandes cantidades de mercancías de manera eficiente.

En resumen, los trenes aportan un valor significativo a la logística al ofrecer una opción de transporte eficiente, económica y sostenible para la movilización de carga a larga distancia.

Con los avances tecnológicos de generación, almacenamiento, distribución y aprovechamiento del hidrógeno verde en medios de transporte que representan el 20% de las emisiones globales de CO2 como podemos ver en la gráfica, podemos señalar que el hidrógeno verde es una alternativa eficiente para almacenar excedentes de energía renovable y abordar desafíos socioeconómicos en el sector energético. Su versatilidad y potencial para sustituir combustibles fósiles lo convierten en una opción clave para la transición hacia un transporte más sostenible y limpio.



Fuente: emisión global de CO2 por Addingplus.

MARCO TEORICO

En el sector transporte en Colombia, se necesitan inversiones significativas en infraestructura vial, portuaria, aeroportuaria y férrea. Estas inversiones son clave para mejorar la competitividad del país, reducir costos logísticos y facilitar el comercio nacional e internacional. Se requiere un plan de choque que permita renovar las redes viales, mejorar las condiciones de movilidad y anticipar cualquier imprevisto logístico para garantizar un óptimo desempeño del transporte de carga por carretera.

la importancia de la intermodalidad en el transporte como un enfoque clave para mejorar la eficiencia logística. La intermodalidad se refiere a la combinación de diferentes modos de transporte, como carretera, ferrocarril, marítimo y aéreo, para optimizar la cadena de suministro y la distribución de mercancías. Este enfoque busca integrar de manera efectiva los distintos medios de transporte para lograr una mayor eficiencia, reducir costos y tiempos de entrega, y mejorar la competitividad en el mercado nacional e internacional.

Una logística eficiente representa desarrollo al país por varias razones:

- **Conectividad:** Permite la conexión eficiente entre diferentes regiones, facilitando el comercio y la movilidad de personas y mercancías.
- **Competitividad:** Una logística terrestre eficiente reduce los costos de transporte, lo que hace a las empresas más competitivas a nivel nacional e internacional.
- **Desarrollo económico:** Mejora la distribución de productos, estimula la actividad comercial y contribuye al crecimiento económico del país.
- **Generación de empleo:** El sector logístico terrestre crea empleo directo e indirecto, beneficiando a la economía y a la población.
- **Infraestructura:** La inversión en infraestructura logística terrestre mejora la calidad de vida de los ciudadanos y promueve el desarrollo sostenible.

En resumen, la logística terrestre es un pilar fundamental para el desarrollo del país al facilitar el transporte eficiente de bienes y personas, impulsar la economía y generar oportunidades de crecimiento.

Si Colombia se compara con Estados Unidos en logística para resaltar las diferencias en el desarrollo de infraestructura y procesos logísticos entre ambos países. Esta comparación suele evidenciar las brechas existentes en términos de eficiencia, tecnología, normativas y capacidad de respuesta ante desafíos logísticos. Al contrastar a Colombia con un país altamente desarrollado en logística como Estados Unidos, se identifican áreas de mejora y se establecen metas para fortalecer la competitividad y eficiencia logística en Colombia. La comparación sirve como referencia para impulsar mejoras en el sistema logístico del país y promover su desarrollo en línea con estándares internacionales.

Según Duque Escobar, G. (2017). El tren se considera como uno de los mejores sistemas de transporte para Colombia debido a su eficiencia y costos más bajos en comparación con las tractomulas. La propuesta de un sistema intermodal que incluya ferrocarriles y vías fluviales podría resultar en ahorros significativos, siendo un 25% más económico que las tractomulas. Además, al combinar el tren con hidrovías, se pueden lograr reducciones de costos a medida que crece la demanda y se estimulan las economías de escala. A pesar de los obstáculos en la implementación, como la falta de articulación entre los modos fluvial y ferroviario, el tren sigue siendo una opción favorable para mejorar el transporte de carga en el país, en la siguiente imagen podemos evidenciar la infraestructura férrea de Colombia tanto pública como privada.



Fuente: agencia nacional de infraestructura. Gráfico: departamento de infografía – Ricardo Ramírez p. (n4)

Pero por temas internos de Colombia La infraestructura ferroviaria en Colombia ha enfrentado desafíos a lo largo de su historia, lo que ha contribuido a obstaculizar el desarrollo económico del país. Se destaca la propuesta de expandir el sistema ferroviario articulando la región Andina para conectar el Altiplano con los mares a través de diferentes corredores ferroviarios. Se mencionan proyectos como el Ferrocarril Cafetero entre La Dorada y el Km 41, el corredor férreo del Cauca desde Buenaventura hasta Urabá, y la posibilidad de construir un paso interoceánico mediante el Ferrocarril Verde entre Puerto Antioquia y Cupica. A pesar de estas propuestas, se reconoce la necesidad de mejorar la infraestructura ferroviaria en Colombia para lograr un sistema intermodal eficiente que pueda competir con otros medios de transporte, como las tractomulas.

Uno de los grandes problemas de la implementación del sistema intermodal de carga en Colombia incluye la falta de articulación entre los modos fluvial y ferroviario, lo que limita la eficiencia del transporte de mercancías. A pesar de que las vías 4G podrían traer beneficios al reducir el tiempo de transporte, persiste la preferencia por el modo carretero en lugar de aprovechar la interacción

con ferrocarriles e hidrovías. Además, se menciona que en Colombia solo se alcanza el 1,5% en el transporte multimodal, en comparación con el 60% en Europa, lo que indica una brecha significativa en la integración de diferentes modos de transporte. Estos desafíos obstaculizan la consolidación del transporte intermodal en el país.

Los autores Eterovic, J. E., Alterini, F. J., Lohigorry, A. J., & Blanco, G. E. (2023). Exponen que el hidrógeno se presenta como una oportunidad para el transporte debido a que ofrece una alternativa sin emisiones de efecto invernadero y otros contaminantes, especialmente en líneas no electrificadas. Además, en el transporte pesado y de larga distancia, el hidrógeno se perfila como un candidato natural debido a su capacidad de almacenamiento de energía, tiempos de reabastecimiento comparables a los del diésel y gas natural, y su potencial para reducir emisiones a nivel global.

Actualmente, el uso del hidrógeno para el transporte se está desarrollando principalmente en vehículos de pila de combustible. A nivel mundial, se están realizando pruebas piloto y proyectos de demostración para introducir vehículos de hidrógeno en el mercado. Algunos países, como Japón, Corea del Sur, Estados Unidos y algunos países europeos, están invirtiendo en infraestructuras de abastecimiento de hidrógeno y promoviendo el uso de vehículos de hidrógeno como una alternativa más limpia a los vehículos convencionales. Aunque aún es un mercado emergente, se espera que el uso del hidrógeno en el transporte se expanda en los próximos años a medida que se mejore la infraestructura y se reduzcan los costos de producción y operación.

Nos dice Giménez, J. C. (2019). Principales Inversionistas para el Hidrógeno Verde están, Japón quien destaca por su liderazgo en el uso de hidrógeno en el transporte, con fabricantes de automóviles invirtiendo en el desarrollo de tecnologías de hidrógeno a gran escala, España teniendo empresas como Enagás, Redexis, y Urbaser están llevando a cabo proyectos pioneros en el país, como la instalación de estaciones de repostaje de hidrógeno y el desarrollo de tecnología para su producción a partir de energías renovables. Alemania quien ha implementado un plan nacional para promover el uso de hidrógeno en diferentes sectores, con la construcción de estaciones de carga y el impulso de tecnologías de hidrógeno verde. Además, empresas como Multinacional Siemens ellos están apostando por el hidrógeno verde en proyectos como la construcción de una planta de producción de gas renovable en los Emiratos Árabes Unidos, alimentada por energía solar y Asociaciones como FCH 2 JU Impulsan tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible en Europa, fomentando la inversión en el desarrollo de soluciones basadas en hidrógeno verde.

Sachs, J. D., & Vernis, R. V. (2015). Nos expone los siguientes proyectos en España:

- Acuerdo en Islas Baleares: Gobierno de las Islas Baleares, Enagás, Acciona y Cemex colaboran en una planta de generación de hidrógeno verde para uso en autobuses de transporte público.
- Proyecto Renovagás: Iniciativa pionera en Europa basada en la tecnología Power-to-Gas, con participación de Enagás, Naturgy, y otros, para producir hidrógeno verde.
- Iniciativa 'H2 Gas': Colaboración entre Enagás y Redexis para desarrollar tecnología de producción y transporte de hidrógeno verde a partir de energías renovables.

- Acuerdo con la Asociación Española del Hidrógeno: Redexis colabora en innovación, desarrollo y uso del hidrógeno verde en España.
- Estación de Repostaje en Madrid: Proyecto de instalación de una estación de repostaje de hidrógeno para vehículos de pila de combustible en Madrid, con una flota de 12 unidades de Toyota Mirai.

El hidrógeno verde se considera un cambio disruptivo en el mercado energético debido a su potencial para ser una fuente de energía limpia y renovable que puede contribuir significativamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Su capacidad para almacenar energía de fuentes intermitentes como la solar y eólica lo hace atractivo para garantizar un suministro constante de energía. Además, su uso en sectores como el transporte, la industria y la generación de energía puede transformar la forma en que se abordan los desafíos ambientales y energéticos actuales, lo que lo convierte en un actor clave en la transición hacia un futuro más sostenible.

Métodos de producción de hidrogeno que nos muestra Mahecha Rodríguez, E. A. (2018).

Procesos Convencionales:

- Reformado con Vapor: Utiliza vapor de agua para producir hidrógeno.
- Oxidación Parcial: Reacción de un combustible con oxígeno para obtener hidrógeno.
- Pirolisis: Descomposición térmica de materiales orgánicos para generar hidrógeno.
- Gasificación: Conversión de materiales carbonosos en gas de síntesis rico en hidrógeno.
- Electrólisis: Disociación del agua en oxígeno e hidrógeno mediante corriente eléctrica.

Procesos Biológicos o No Convencionales:

- Biofotólisis Directa: Utiliza microorganismos para producir hidrógeno a partir de la luz solar.
- Biofotólisis Indirecta: Proceso biológico que genera hidrógeno a partir de la fotosíntesis.
- Foto fermentación: Producción de hidrógeno a través de microorganismos y luz solar.

Estos métodos ofrecen diferentes eficiencias y costos de producción, siendo clave en la búsqueda de fuentes de energía sostenibles y limpias.

Las pilas de combustible son dispositivos electroquímicos que convierten la energía química en energía eléctrica de manera directa. Funcionan mediante la reacción de un combustible con un oxidante, generando electricidad, calor y agua como subproductos. Son utilizadas en diversos sectores, como la industria automotriz, generación eléctrica estacionaria y aplicaciones portátiles, debido a su eficiencia, modularidad y bajo impacto ambiental al no emitir gases de efecto invernadero. Las pilas de combustible son consideradas una tecnología prometedora por su capacidad de producir electricidad de forma continua mientras se suministre combustible y aire, ofreciendo ventajas como recarga instantánea y bajas temperaturas de funcionamiento.

En Colombia, se están desarrollando varios proyectos relacionados con el hidrógeno verde, incluyendo la implementación de estaciones de servicio de hidrógeno, la producción de fertilizantes de nitrógeno de bajo carbono y la investigación en tecnologías de pilas de combustible para vehículos. Además, se están explorando oportunidades para el uso de hidrógeno verde en sectores como la minería y la generación de energía renovable. Estos proyectos buscan aprovechar el

potencial de Colombia en recursos renovables para impulsar la transición hacia una economía más sostenible.

Además, se están teniendo avances significativos desarrollando la tecnología de pilas de combustible para vehículos como parte de la transición hacia el uso de hidrógeno verde. Se espera que para 2029 se comience a utilizar hidrógeno verde en vehículos de transporte ligero, y para 2035 en vehículos de transporte pesado. Este avance se alinea con la estrategia nacional de movilidad eléctrica y se espera una adopción significativa de vehículos de pila de combustible en el país; por otro lado, en la generación de hidrogeno verde Se planea producir 50 kt de hidrógeno verde a un costo de 1,7 USD/kg en 2030, principalmente en regiones como el Caribe norte y Andes Norte, aprovechando la energía eólica y solar disponibles en esas zonas.

La “hoja de ruta del hidrogeno verde en Colombia”, destaca el potencial del hidrógeno como parte de la transición global hacia la descarbonización. Se mencionan fortalezas de Colombia en este campo, se aborda la competitividad del hidrógeno doméstico, la demanda interna y exportación, así como metas para 2030 y 2050. Se detallan compromisos en cuatro ejes: mapa de acción, habilitadores legales y regulatorios, instrumentos de desarrollo de mercado y apoyo para despliegue de infraestructura. Además, se destaca la inclusión de comunidades en el desarrollo de la economía del hidrógeno.



Fuente: Puyo, D. M. (s/f). Presentación hoja de ruta del hidrogeno colombiano.

<https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Presentacion-Hidrogeno-300921.pdf>

Además, el ministro de minas en la hoja de ruta de hidrogeno verde Colombiano nos

Varios países en todo el mundo están investigando, desarrollando y produciendo hidrógeno verde como parte de sus estrategias de transición energética hacia fuentes más limpias y sostenibles. Algunos de los países líderes en esta área incluyen Alemania, Japón, Australia, Países Bajos y Noruega. Estas naciones están invirtiendo en tecnologías de hidrógeno verde, infraestructura y proyectos piloto para impulsar su producción y uso en diversos sectores industriales y de transporte como podemos ver en la siguiente gráfica.

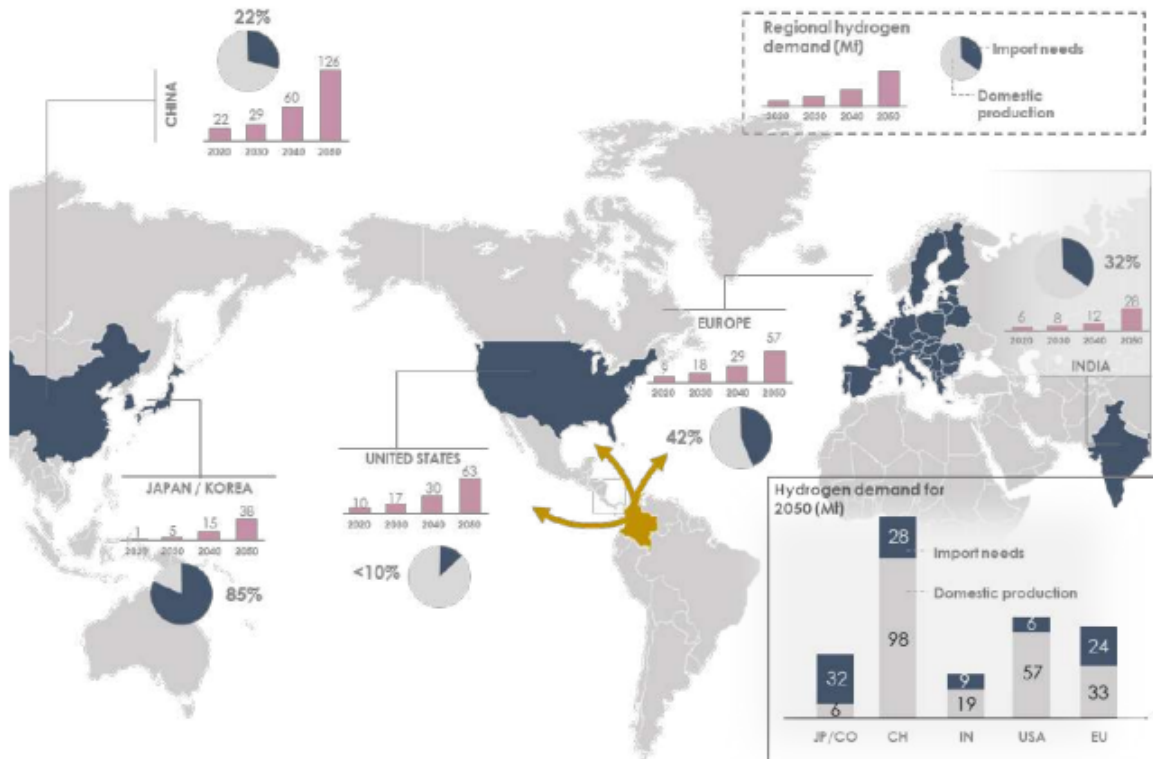


Figure 13: Main centers for global hydrogen demand ²⁵

Fuente: Ministerio de minas y energías. (s/f). Colombia’s hidrogen roadmap. https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Colombia%20Hydrogen%20Roadmap_2810.pdf

METODOLOGIA

Descripción metodológica

El presente caso de investigación se basa en las metodologías cualitativas transversales para la realización de esta misma se abordaron por separado las diferentes variables a tratar y la realización de las diferentes actividades. Este método consiste en conocer lo generativo, vale decir, el orden de significación, la perspectiva y la visión de las muestras con los cuales se trabaja.

Logrando con esto la obtención de información fidedigna de una muestra de población con la cual

se puede dar solución a los objetivos de la investigación y lograr llegar a las conclusiones de la misma.

Definición de Variables

Para el análisis de las variables a tratar se delimito con el alcance y el grado de comprensión que debía tener la muestra sobre el estudio, los tres pilares fundamentales para tener en cuenta en la obtención y caracterización de la metodología de investigación fueron:

- **Hidrogeno Verde:** Se obtiene a través del electrólisis, un proceso que separa los átomos de hidrógeno y oxígeno utilizando una corriente eléctrica, siendo esencialmente libre de emisiones si la electricidad proviene de fuentes renovables, El hidrógeno verde se utiliza como combustible limpio en diversos sectores, incluyendo la industria, transporte y generación de energía. Su combustión produce calor y vapor de agua sin emitir CO₂ ni otros gases de efecto invernadero, lo que lo convierte en una alternativa sostenible para reducir la huella de carbono y promover la transición hacia una economía más limpia y renovable.
- **Intermodalidad y logística terrestre:** La intermodalidad terrestre se refiere a la combinación y coordinación de diferentes modos de transporte terrestre, como carretera y ferrocarril, para ofrecer servicios continuos puerta a puerta sin interrupciones en el movimiento de mercancías o personas desde el origen hasta el destino. Este enfoque busca optimizar la eficiencia y la sostenibilidad al utilizar varios modos de transporte de manera integrada en una red intermodal logrando con esto reducir tiempos y costos principalmente debido a la optimización de la cadena de suministro y la eficiencia en el uso de diferentes modos de transporte. Al combinar modos terrestres y marítimos, se pueden aprovechar las fortalezas de cada uno para minimizar los tiempos de tránsito y los costos operativos. Además, al integrar los diferentes modos de

transporte de manera coordinada, se pueden evitar retrasos y optimizar la logística, lo que contribuye a una reducción general de los tiempos y costos involucrados en el transporte de mercancías.

- **Viabilidad de la logística verde:** se define como la función de minimización de los impactos ambientales generados por las actividades logísticas, con el fin de integrar las variables social, ambiental y económica en búsqueda del desarrollo sostenible. Su objetivo es reducir los impactos negativos al ambiente, como las emisiones de gases efecto invernadero, a través de prácticas que promuevan la sostenibilidad y la eficiencia en la cadena de suministro de las empresas.

Diseño de la investigación

En el siguiente cuadro se puede evidenciar la planeación de cómo se llevará a cabo la obtención de la información requerida para la investigación teniendo como referente los aspectos de Infraestructura, diseño tecnológico y económicos, para con esto obtener los hallazgos de la investigación; de acuerdo a estas líneas se plantearon diferentes objetivos y actividades para lograr las entregas tangibles de la misma.

Población y Muestra

Se trabajó con muestras poblacionales dependiendo el grado de profesionalismo que se requiere para la obtención de las actividades necesarias para construir los resultados y el análisis de los mismos.

	OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	FECHAS
INFRAESTRUCTURA	Analizar información sobre la generación de hidrogeno verde y como Colombia está participando en esto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recolección de datos sobre que proyectos de generación de hidrogeno verde ya se encuentran en Colombia, recopilando datos de GENERACIÓN Y UBICACIÓN. 2. Recolección de datos sobre que proyectos se encuentran en fase de analisis o implementación sobre hidrogeno verde. 3. Recolección de datos sobre que empresas o entes se encuentran en interes, estudiando o trabajando en tecnologías con hidrogeno verde en Colombia. 5. Investigación sobre modelos de logística verde en otros países (casos con éxito). 6. Recopilación de datos. 	<p>Perspectiva de como se situa Colombia frente a la generacion de hidrogeno verde</p> <p>Persepectiva de como Colombia se encuentra innovando y produciendo en el tema</p> <p>Perspectiva de que entes tanto publicos ocmo privados se encuentran interesados</p> <p>Perspectiva de como Colombia se encuentra teniendo referencia otros países</p> <p>Graficas cuadros con la información recolectada</p>	27/04/2024 HASTA 04/05/2024
DESARROLLO TECNOLÓGICO	Describir la infraestructura logística colombiana y encontrar la interacción de los sistemas intermodales en la logística terrestre.	<ol style="list-style-type: none"> 1. consultas sobre los mapas viales y ferreos en Colombia. 2.Recolección de datos sobre que industria o producto se transporta en cada tipo de transporte (cantidades y si se puede volúmenes). 3.recolección de costos promedios o generales de los fletes según el transporte utilizado. 4. Recolección de datos sobre la ubicación de zonas francas o parques empresariales y sus rutas de transporte tanto viales como ferreas. 5. Encuesta sobre intermodalidad y viabilidad de la misma para empresas. 6. Recopilación de datos. 	<p>Pantidad de KM y abarcamiento del territorio</p> <p>Perspectiva de como esta distribuida la logística terrestre en colombia.</p> <p>Tablas de precios en fletes, comparación de los diferentes modos logísticos sus costos, tiempos y cantidad a transportar.</p> <p>Mapa sobre la distribución de zonas francas y parques empresariales y sus vias de salida o logística de transporte</p> <p>Recolectar datos sobre como se visualiza la intermodalidad para empresarios</p> <p>Graficas cuadros con la información recolectada</p>	4/05/2024 HASTA 11/05/2024
COSTOS	Analizar información de los costos de hacer la transición a hidrogeno verde de parques automotores y férreos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. investigar costos de parque automotor y trenes a base de hidrogeno verde. 2. consultar incentivos que tiene el gobierno Colombiano para este tema. 3. realizar un analisis teorico de cuanto se podria bajar las emisiones de CO2 si se lograra hacer transición (hacer un analisis pensaría con almenos el 30% de parque automotor actual) 5. Recolección de datos. 	<p>Encontrar los costos de adquisición de tecnologías de transporte para la integración a la logística terrestre en Colombia.</p> <p>Analisar los incentivos que Colombia tiene para estas tecnologías.</p> <p>Tabla de emisiones con transicion y sin transición</p> <p>Graficas cuadros con la información recolectada</p>	11/05/2024 HASTA 18/05/2024

Cada variable debe tener 3 grados de complejidad para poder abordar a la mayoría de población, lograr un muestreo probabilístico y tener una perspectiva clave para la investigación según el grado de dificultad; para esto se tomaron diferentes poblaciones para el correcto y eficiente estudio de la investigación, se debieron sectorizar las poblaciones de acuerdo a su nivel de entendimiento sobre el tema. Como la investigación esta lograda para tener un alcance nacional se debieron sectorizar en tres grupos según sus conocimientos para con esto poder abordar las cuestiones que son propicias para la toma de datos de la investigación llegando con esta sectorización a arrojar diferentes resultados que se trataran de manera diferente según lo especifico a cada como lo son:

- Empresarios o empresas (# de empresas 3 carga terrestre): personas interesadas en la logística terrestre las cuales sus empresas dependan de transporte de carga para conocer su visión y opinión sobre este tema.

Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

Para la recolección de información se utilizaron dos instrumentos como lo son la obtención de información de documentos, páginas web, pufs, gráficas, encuestas para el previo análisis y la realización de la encuesta la cual se encuentra a continuación.

ENCUESTA POBLACIÓN

Bienvenido, en el marco del proyecto de investigación denominado *“FACTIBILIDAD DE TECNOLOGIAS DE HIDROGENO VERDE EN LA MATIRZ LOGISTICA DE COLOMBIA Y COMO AFECTARIA EN LA INTERMODALIDAD TERRESTRE DEL TERRITORIO COLOMBIANO.”*, se agradece su participación con el aporte de opiniones y percepciones relacionadas con el conocimiento, percepción y aceptación en Colombia de logística verde e intermodal dad.

Este ejercicio tiene una duración aproximada de 5 minutos y para nosotros es muy valiosa su colaboración.

En este sentido, los datos serán manejados con estricta confidencialidad, de conformidad con la Ley Estatutaria 1581 de 2012 de Protección de Datos y con el Decreto 1377 de 2013 y serán incorporados en una base de datos responsabilidad de los investigadores principales del proyecto mencionado.

Dado lo anterior, ¿Acepta continuar con el cuestionario?

Acepta ____

NO ACEPTA ____

1. ¿Cómo transporta su carga tanto en materias primas como producto terminado? (Camión tractomula etc, Tren)
2. ¿Cuánto es el costo mensual de su cadena logística de transporte?
 - 1 – 10 MILLONES.
 - 10 – 30 MILLONES.
 - 30 MILLONES O MAS.
3. ¿conoce que es la intermodalidad de transporte? ¿justifique?
4. ¿en su empresa que medios de transporte podría articular para suplir sus necesidades y las de sus clientes? (ejemplo bicicleta hasta tren mulas etc o NO TENGO ESOS CONOCIMIENTOS)
5. ¿su empresa se encuentra cerca de una red ferroviaria? (poner un rango de distancias o no tengo idea)
 - 0 – 1 KM
 - 1 - 5 KM
 - +5 KM
6. ¿su empresa estaría dispuesta a contemplar nuevas tecnologías logísticas que mitiguen el cambio climático?
SI _ NO _
7. ¿En su Empresa cuanto estarían dispuesto invertir en desarrollo en innovación para la transición energética del país? (RESPUESTA ABIERTA)

CONCLUSIONES:

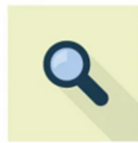
De acuerdo a la investigación se muestra a continuación una matriz la cual nos indica que procesos y que nivel de maduración tienen:

PROYECTO	EMPRESAS	FASE	TIPO	UBICACIÓN
Proyecto Transporte Público masivo con Hidrógeno en Bogotá	Grupo Ecopetrol, FENOGE, Fanalca, SuperPolo, Green Móvil	PRODUCCIÓN	TRANSPORTE	BOGOTA
Primer bus a Hidrógeno 100% Ensamblado en Colombia	Marcopolo Superpolo, Fenoge, Ecopetrol	PRODUCCIÓN	TRANSPORTE	BOGOTA
Cluster - Jemeiwaa Kai	AES Colombia	PRODUCCIÓN	GENERACION	CARIBE COLOMBIANO
Produccion, transporte, almacenamiento, comercialización y exportación de H2 y derivados	o TGI – Transportadora de Gas Internacional	PRODUCCIÓN	GENERACION	CARIBE COLOMBIANO
Aura	Grupo Ecopetrol y aliados	PRODUCCIÓN	GENERACION	SANTANDER
Proyecto Piloto de Flotas de Autobuses TransCaribe	TRANSCARIBE	INVESTIGACIÓN	TRANSPORTE	CARIBE COLOMBIANO
Modernización de Tuberías	GOBERNACION Y ALCALDIA CARTAGENA}	INVESTIGACIÓN	TRANSPORTE	CARIBE COLOMBIANO
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Aguas Claras,	EPM	PRODUCCIÓN	GENERACION	ANTIOQUIA
investigacion	PROMIGAS	INVESTIGACIÓN	GENERACION	CARIBE COLOMBIANO
investigacion	ECOPETROL	INVESTIGACIÓN	GENERACION	SANTANDER
investigacion	EPM	INVESTIGACIÓN	GENERACION	ANTIOQUIA
investigacion	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUA	INVESTIGACIÓN	GENERACION	ANTIOQUIA
investigacion	UTS	INVESTIGACIÓN	GENERACION	SANTANDER
investigacion	TGI	INVESTIGACIÓN	GENERACION	BOGOTA
investigacion	SOLENIUM	INVESTIGACIÓN	GENERACION	BOGOTA
investigacion	HACEB	INVESTIGACIÓN	GENERACION	BOGOTA
ideacion	VATIA	IDEACIÓN	GENERACION	BOGOTA
ideacion	BUSSCAR	IDEACIÓN	GENERACION	BOGOTA
ideacion	H2 NOSTRUM	IDEACIÓN	GENERACION	BOGOTA
ideacion	TW SOLAR	IDEACIÓN	GENERACION	BOGOTA
ideacion	OPEX	IDEACIÓN	GENERACION	BOGOTA

Según la investigación y la matriz podemos llegar a estas conclusiones:

- Se espera una contribución significativa del hidrógeno verde en el transporte público, transporte de carga pesada y vehículos de uso intensivo como taxis en Colombia. Se prevé la implementación de una red de estaciones de servicio de hidrógeno para vehículos públicos en grandes centros de población y rutas comerciales. Además, se proyecta un aumento en la demanda de vehículos de pila de combustible tanto ligeros como pesados para el transporte de pasajeros y carga.
- Se espera que el hidrógeno verde comience a ser competitivo y utilizado en nuevos sectores entre 2027 y 2035 en Colombia. Durante este período, se prevé la entrada de aplicaciones que impulsen la industria colombiana, como la producción de fertilizantes de nitrógeno de bajo carbono. Además, se espera que los vehículos de transporte ligero comiencen a utilizar hidrógeno verde a partir de 2029.
- Actualmente, en Colombia, se están llevando a cabo investigaciones y producciones de hidrógeno verde en departamentos como La Guajira, Magdalena y Atlántico. Empresas locales y extranjeras están explorando estas regiones debido a su combinación de recursos renovables que permiten una producción competitiva de hidrógeno verde. Se espera que estas condiciones favorezcan la producción de hidrógeno verde a partir de fuentes renovables y que las empresas locales se beneficien de esta oportunidad de mercado
- En Colombia, empresas como Ecopetrol, Enel, EPM, Celsia y empresas extranjeras como Siemens Energy y Envision están explorando y desarrollando proyectos relacionados con el hidrógeno verde. Estas empresas están interesadas en aprovechar el potencial de recursos renovables del país para la producción de hidrógeno verde y están participando en iniciativas para promover su uso en diversos sectores.
- Se planea producir 50 kt de hidrógeno verde a 1,7 USD/kg en 2030, principalmente en la región del Caribe norte y Andes Norte.
- Hidrógeno Azul: Se estima una producción de 2,4 USD/kg en plantas nuevas, con captura y almacenamiento geológico, como alternativa de transición en Colombia.
- Las regiones más favorables para producir hidrógeno verde son Caribe norte con energía eólica y solar, y Andes Norte con energía solar.
- Proyecto Piloto de Flotas de Autobuses TransCaribe: Incluye 92 autobuses y 2 estaciones de servicio con un estimado de \$71 millones de dólares en infraestructura.
- Modernización de Tuberías: El CAPEX varía entre 0,6 y 2 millones de dólares por km para modernización, y entre 2,2 y 4,5 millones de dólares por km para nuevas tuberías.
- El sector del transporte juega un papel crucial en la demanda de hidrógeno como combustible alternativo, especialmente en el transporte terrestre pesado y en flotas de autobuses. Se identifica como uno de los sectores más propensos a adoptar el hidrógeno a corto plazo y se proyecta que su demanda será considerable hacia el año 2050, siendo fundamental para la descarbonización del sector y la reducción de emisiones contaminantes.

NUEVOS PROYECTOS DE HIDRÓGENO



El Gobierno Nacional anunció la financiación de **10 proyectos**, serán para el desarrollo de hidrógeno verde y azul

Tendrán una inversión de más de **\$6.500 millones**



ZONAS DE LOS PROYECTOS



FIRMAS ELEGIDAS EN LA PRIMERA CONVOCATORÍA

- Vatia
- Busccar de Colombia
- Energal BioGas
- Solenium
- H2Nostrum
- H2 Andes
- Sociedad De Gestion Grupo Tw Solar Colombia

Fuente: Ministerio de Minas y Energía / Gráfico: LR-AL

En temas de infraestructura se puede encontrar un gran vacío en la logística intermodal y una gran oportunidad para generar la propuesta de valor intermodal para el transporte terrestre logístico colombiano, como podemos ver en los siguientes mapas se puede lograr una congruencia en los mapas férreos y de carreteras terrestres para así lograr una eficiencia en tiempos y cantidades de carga en el país colombiano:

Mapa férreo colombia:



Fuente: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-principal/59-mapas-de-la-red-terciaria-y-ferrea#>

Mapa terrestre:



Fuente: <https://hermes2.invias.gov.co/SIV/>

Presupuestos e incentivos:

Para poder hablar de los costos e incentivos se debe aclarar que es “La Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia”, es un plan para desarrollar e implementar el hidrógeno de bajo carbono en el país, en línea con los objetivos del Acuerdo de París. Se basa en el análisis de la capacidad de producción de hidrógeno, la demanda esperada, las reducciones de emisiones asociadas, el potencial de exportación y las medidas regulatorias necesarias. Busca posicionar a Colombia como un actor destacado en el mercado global de hidrógeno de bajo carbono, el cual se enfoca en 5 pilares como se muestra en la imagen.



Fuente: Puyo, D. M. (s/f). Presentación hoja de ruta del hidrogeno colombiano.

<https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Presentacion-Hidrogeno-300921.pdf>

Para acelerar el avance de la hoja de ruta de hidrógeno de Colombia, donde se proyecta a 2030, una capacidad de electrólisis de 1 a 3 GW e inversiones por más de USD 5.5 Millones, se han fortalecido los lazos de cooperación con los gobiernos de Francia, Alemania, Países Bajos, Corea, Australia y EAU, entre otros, en materia técnica, científica, tecnológica, regulatoria y de innovación para el desarrollo de un mercado del hidrógeno más transparente. Ocho empresas nacionales e internacionales, en septiembre de 2021, manifestaron su compromiso con el desarrollo de la hoja de ruta: Engie, Siemens, Daimler, Porsche, Ecopetrol, Promigas, Grupo de Energía de Bogotá y TGI.

Un robusto ecosistema compuesto por un tejido empresarial con amplia experiencia en la industria minera, producción de petróleo y gas, refinación de combustibles, y generación de energía. Adicionalmente, se constituyeron dos gremios del sector, la Asociación Colombiana de Hidrógeno – Hidrógeno de Colombia, que reúne a más de 30 jugadores relevantes nacionales internacionales, y la Cámara de Hidrógeno de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI. Esta institucionalidad, se complementa con la academia para la investigación de nuevas tecnologías y formación de nuevos profesionales.

- Beneficios Fiscales: Descuento del IVA en activos fijos, descuento del ICA y GMF, y beneficios adicionales para hidrógeno verde.
- Ley de Transición Energética: Promueve el uso de hidrógeno como combustible de cero emisiones.
- Ley de Movilidad Eléctrica: Brinda beneficios a vehículos de celdas de combustible de hidrógeno para impulsar la movilidad eléctrica.



Demostramos con hechos nuestra apuesta por el hidrógeno de bajas emisiones

Hidrógeno verde:
Se produce a partir de agua y energías renovables

Hidrógeno azul:
Se produce a partir de combustibles fósiles incluyendo la tecnología de Captura y Almacenamiento de Carbono

Ley de transición energética
Beneficios tributarios a proyectos de hidrógeno azul e hidrógeno verde.
Competencia a FENOGÉ para financiar y ejecutar proyectos
Promoción de tecnologías de captura, utilización y almacenamiento de carbono

Ley de Movilidad eléctrica
Vehículos de celdas de combustible de hidrógeno contarán con beneficios que promueve la movilidad eléctrica
Resolución que define el hidrógeno como combustible de cero emisiones

Convenio de Cooperación
para desarrollar líneas de investigación en temas de Transición Energética
(Ecopetrol, Minciencias, MinEnergía)

Fuente: Puyo, D. M. (s/f). Presentación hoja de ruta del hidrogeno colombiano.

<https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Presentacion-Hidrogeno-300921.pdf>

En abril del año 2022, el Ministerio de Minas y Energía de Colombia anunció que la Unión Europea financiaría proyectos destinados a producir hidrógeno verde en el país.

El hidrógeno verde o “hidrógeno verde” es un componente químico que sirve como fuente de energía y, a diferencia de otras fuentes, no produce emisiones de gases de efecto invernadero, sino que se produce a través de fuentes de energía renovables y procesos como la electrólisis;

Asimismo, el hidrógeno ha sido estudiado como fuente de energía desde hace muchos años, por lo que además del hidrógeno verde, existen el hidrógeno gris, el azul y el rosa. Estos otros tipos de hidrógeno también son fuentes de energía, sin embargo, presentan problemas económicos, sociales y ambientales, por ejemplo, el hidrógeno gris y azul, que se obtienen a partir de combustibles fósiles, permiten la liberación de gases de efecto invernadero, a pesar de ello, la tecnología del hidrógeno ha implementado Formas de capturar estos gases.

Por las razones explicadas anteriormente, el hidrógeno verde se ha convertido en una fuente energética importante para abordar la transición energética ya que nos permite alejarnos de un modelo basado en combustibles fósiles.

Para concluir Colombia es uno de los países con mejor posicionamiento en americana latina y el mundo para generación de hidrogeno verde e incluirla en la matriz energética de colombiana teniendo como punto clave la logística terrestre en la transición de combustibles fósil a matrices logísticas terrestres que el corazón y el combustible de sus flotas tanto en carretera como férrea sea en base a Hidrogeno verde.

Colombia está muy comprometido con los ODS y por lo tanto con la transición energética en la cual han puesto los ojos para generar incentivos a empresas privadas y la inyección de presupuestos para proyectos que se encuentren en cualquier etapa y que se encuentren en modelos de energías renovables y han dispuesto la ruta de hidrogeno para aumentar la viabilidad de estos proyecto

LISTA DE REFERENCIAS

1. Nieto, C. E. (2011). El ferrocarril en Colombia y la búsqueda de un país. *Apuntes: Revista de estudios sobre patrimonio cultural*, 24(1).
<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArg/article/view/8888/7160>
2. Morales, L. S. (2012). Aproximación a una función de costos para modelación de la red ferroviaria colombiana. *Ingenio Magno*, 3(1).
<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/download/65/55>
3. Duque Escobar, G. (2017). ¿Cuál es el mejor sistema de transporte para Colombia? *Ingeniería Civil*.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59139/cualeselmejorsistemadetransporteparacolombia.pdf?sequence=1>
4. de Colombia, D. (2016). La logística en Colombia. *Recuperado de CRC-Reporte-de-Competitividad-Logistica-.pdf (crcvalle.org.co)*.
<https://www.crcvalle.org.co/wp-content/uploads/CRC-Reporte-de-Competitividad-Logistica-.pdf>
5. Ruiz, J. A. V. (2011). Logística y competitividad en Colombia. *Páginas: Revista académica e institucional de la UCPR*, (90), 5.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4897832.pdf>
6. Duque Escobar, G. (2017). Plataformas Logísticas y Transporte Intermodal en Colombia. *Ingeniería Civil*.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60132/plataformaslogisticasytransporteintermodalencolombia.pdf>
7. Cita APA
https://laccei.org/LEIRD2023-VirtualEdition/papers/Contribution_547_final_a.pdf
8. Eterovic, J. E., Alterini, F. J., Lohigorry, A. J., & Blanco, G. E. (2023). Hidrógeno verde: una oportunidad sustentable para el transporte.
<https://repositoriocyt.unlam.edu.ar/bitstream/123456789/1406/1/ReDDI-7-3-Hidr%C3%B3geno%20verde%3a%20una%20oportunidad%20sustentable%20para%20el%20transporte.pdf>
9. Giménez, J. C. (2019). La hora del hidrógeno verde. *Gas actual*, 153, 24-30.
https://www.gasrenovable.org/docs/hidrogeno_renovable/Reportaje-La_hora_del_Hidrogeno_verde.pdf

10. Mahecha Rodríguez, E. A. (2018). Uso del hidrogeno como fuente alternativa para alimentar pilas de combustible.
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7136/1/239075-2018-I-GA.pdf>
11. Fernández, J. A. M., Mendoza, W. A. B., & Consuegra, H. D. (2022). Análisis del potencial del uso de hidrógeno verde para reducción de emisiones de carbono en Colombia. *Fuentes: El reventón energético*, 20(1), 57-72.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8597298.pdf>
12. Rosero Rodríguez, J. A. (2023). Consolidación de la base de conocimiento del hidrógeno verde, comprendiendo los avances tecnológicos, normativos, experiencias (pilotos) y modelos de mercado.
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/36151/1/Rosero_Jaime_2023_Mercado_Hidr%C3%B3geno_Verde.pdf
13. Suarez Hernández, D. (2023). *Impactos del hidrógeno verde como fuente de energía alternativa en el SITP de Bogotá* (Bachelor's thesis, Especialización en Gerencia de Proyectos).
<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/12803/SuarezDaniela2023.pdf?sequence=1>
14. RENOVABLES, M. E. E. (2024). *REVISIÓN DE LOS MECANISMOS DE CERTIFICACIÓN DE ORIGEN DE HIDRÓGENO Y SUS RECOMENDACIONES PARA SU ADOPCIÓN EN COLOMBIA* (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario).
<https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/db0af038-c3b7-4417-9e87-6da2f0c85a97/content>
15. Zuriaga, I. G. (2021). Retos del hidrógeno verde. *Economía aragonesa*, (73), 103-129.
<https://negociosostenible.camaravalencia.com/wp-content/uploads/2021/07/ECONOMIA-ARAGONESA-revista-73-Hidrogeno-Verde-2.pdf>
16. Rodolfo Enrique, S. E., & Mendoza Valencia, D. P. (2017). Costos logísticos del transporte terrestre de carga en Colombia: Estrategias para la generación de valor en la logística del transporte terrestre con plus agregado.
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4125/costos_logist_tmp_ri.pdf?sequence=7
17. Barros Fragozo, J. J. (2020). Análisis del transporte de carga terrestre en los últimos tres años en Colombia.
https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6875/An%C3%A1lisis_Transporte_Carga_Terrestre_%C3%9Altimos_3a%C3%B1os_Colombia_Resumen.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. Duque Escobar, G. (2014). El Ferrocarril Cafetero para la competitividad de Colombia. *Ingeniería Civil*.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/51760/gonzaloduqueescobar.201451.pdf?sequence=1>
19. Sarrado, J. B. (2014). Sistemas logísticos de distribución multimodal. Propuestas para mejorar el transporte intermodal de mercancías en España. *Tipologías de regiones en la Unión Europea y otros estudios*, 185.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=C3GwBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA185&dq=transporte+intermodal+y+multimodal&ots=juz7hoT8Sb&sig=J7a5J1g2LKxcwuhYQrmH26SKLmY#v=onepage&q=transporte%20intermodal%20y%20multimodal&f=false>

20. González, L. R. (2013). Las vías fluviales, infraestructuras y puertos: la industria del contenedor, sus aportes al transporte multimodal, visión en Colombia. *RHS-Revista Humanismo y Sociedad*, 1(2), 162-167.
<http://fer.uniremington.edu.co/ojs/index.php/RHS/article/download/29/41>
21. González, E. M., & Lara, M. M. Presente y futuro de las estaciones de suministro de hidrógeno.
https://www.researchgate.net/profile/Elvira-Maeso-Gonzalez/publication/261472060_Presente_y_futuro_de_las_estaciones_de_suministro_de_hidrogeno/links/546275e10cf2c0c6aec1b2eb/Presente-y-futuro-de-las-estaciones-de-suministro-de-hidrogeno.pdf
22. Arizón, F. P., & Romeo, J. S. (2016). Las nuevas oportunidades de la economía del hidrógeno en la movilidad. *Técnica industrial*, (314), 37.
<https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/104/5017/a5017.pdf>
23. Mata Chirinos, P. A. (2023). Caso de negocio de una red de hidrogeneras en Colombia.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstreams/8d528a4e-0260-4ebf-a6b3-4791fc3fcf44/download>
24. Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista digital universitaria*, 8(10), 1-12.
http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf
25. Isaza, D. R., Cataño, J. S., Escobar, D. M., & Ciro, É. M. (2019). Problemática de la contaminación del aire en Colombia. *Revista Ambiental ÉOLO*, 18(1).
<http://revistaeolo.fconvida.org/index.php/eolo/article/view/12/11>
26. Sachs, J. D., & Vernis, R. V. (2015). *La era del desarrollo sostenible* (Vol. 606). Barcelona: Deusto.
https://static0planetadelibroscommx.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/31/30978_La_era_del_desarrollo_sostenible.pdf
27. Puyo, D. M. (s/f). Presentacion hoja de ruta del hidrogeno Colombiano.
<file:///C:/Users/VALERIA/Downloads/Presentacion-Hidrogeno-300921.pdf>
- 28.