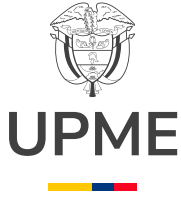


Pacto Educativo para la Planeación Energética
en Colombia y la Transición Energética Justa

Resumen Ejecutivo

Análisis de la Gasificación de Biomasa con Generación Eléctrica para Suplir la Demanda Energética de Estufas de Inducción en Buenaventura





© UPME
Av. Calle 26 # 69 D-91 Torre 1 - Piso 9
Bogotá - Colombia
Tel.: +57 6012220601
upme.gov.co

EDWIN PALMA EGEA
Ministro de Minas y Energía

INDIRA PORTOCARRERO OSPINA
Directora General UPME

JOSHUA CALEM GALVIS FAYAD
Coordinador Grupo de Enfoque Territorial UPME

Universidad de Antioquia – Grupo de Investigación:

Alejandro Jaramillo Arango	Líder del Proyecto
Cesar Vásquez Ruíz	Ingeniero Químico
Yaner Lilibiana Franco Cano	Comunicadora y Periodista
Arley Cardona Vargas	Ingeniero Mecánico
Nathalia Botero Orrego	Bióloga
Juan Raimundo Guarín Duque	Ingeniero forestal
Yenifer Tatiana Gómez Carvajal	Auxiliar de investigación
Sofía Giraldo Vesga	Auxiliar de investigación
Juan David Gómez	Estudiante de pregrado
Manuel Ramírez Gil	Estudiante de pregrado
Jonatan Idárraga González	Estudiante de pregrado

Resumen Elaborado por :

SAMY ANDRÉS MAFLA NOGUERA
Equipo Enfoque Territorial, UPME
ATTILA LENTI
Asesor a la Dirección General UPME

Comunicaciones UPME:

KAREN MORENO PLATA
Asesora de la Dirección General

Diseño y Diagramación:

RAFAELA FORERO RODRÍGUEZ
DIEGO PEÑARANDA JUYÓ

Fecha de elaboración del estudio original: diciembre de 2023
Fecha de elaboración del resumen ejecutivo: marzo de 2026

Análisis de la Gasificación de Biomasa con Generación Eléctrica para Suplir la Demanda Energética de Estufas de Inducción en Buenaventura

Contexto del estudio

El Distrito de Buenaventura, a pesar de su importancia estratégica como el principal puerto de Colombia sobre el Pacífico y su inmensa biodiversidad, tiene una paradoja energética. Actualmente, la región carece de una conexión a los sistemas de gasoductos nacionales, lo que obliga a una dependencia muy importante del gas natural transportado en camiones cisterna desde el interior del país. Esta vulnerabilidad se manifiesta significativamente durante los cierres de la vía Buga-Buenaventura, ya sea por paros sociales, fallas geológicas o accidentes, dejando a miles de familias sin combustible básico para la preparación de alimentos.

Ante la incertidumbre que rodea a los grandes megaproyectos de infraestructura nacional para llevar gas a la zona, surge la necesidad de una alternativa energética. El presente estudio, realizado en el marco del Pacto Educativo para la Planeación Energética y la Transición Energética Justa entre la UPME y la Universidad del Antioquia en 2023, propone un cambio de paradigma: pasar de la dependencia logística a la autosuficiencia basada en recursos locales. La propuesta se centra en el aprovechamiento de la biomasa mediante procesos de gasificación para generar electricidad, la cual alimentaría estufas de inducción en los hogares de Buenaventura. Este enfoque no solo aborda la seguridad energética, sino que se alinea con los objetivos nacionales de descarbonización.

Enfoque y metodología

La viabilidad del proyecto depende intrínsecamente de la disponibilidad y calidad de la biomasa. Para ello, se diseñó una metodología que relaciona el recurso con su uso. El primer paso consistió en la selección de cultivos donde se aplicaron criterios técnicos para identificar especies que no entraran en competencia con la seguridad alimentaria de la región.

En el documento se evalúan diversas variables ambientales y biológicas específicas para el contexto de Buenaventura:

- **Adaptabilidad Climática:** Se analizó el comportamiento de las especies frente a la alta pluviosidad característica del Pacífico colombiano.
- **Criterios Agroforestales:** Se determinaron los requisitos de altura sobre el nivel del mar y tipo de suelo para optimizar el establecimiento de los cultivos.
- **Velocidad de Crecimiento:** Se priorizaron plantas con ciclos cortos de cosecha para garantizar un flujo constante de material hacia las plantas de gasificación.

Este análisis permitió identificar especies con un alto potencial energético que pueden cultivarse en tierras que hoy no tienen un uso agrícola productivo, transformando el paisaje rural en un motor de generación de energía.

Tecnología de Gasificación y Generación Eléctrica

El tema central del proyecto está en la transformación termoquímica de la biomasa. A diferencia de la combustión directa, la gasificación permite convertir la madera y otros residuos vegetales en un gas combustible mediante un proceso controlado con limitación de oxígeno. Este gas tiene la versatilidad necesaria para alimentar motores de combustión interna.

La elección de esta tecnología sobre otras alternativas se justifica por su capacidad para manejar la diversidad de biomasa local y su eficiencia en pequeña y mediana escala, ideal para comunidades descentralizadas en Buenaventura. La electricidad generada se distribuye específicamente para el funcionamiento de estufas de inducción, las cuales ofrecen una eficiencia energética superior y eliminan los riesgos de salud asociados a la inhalación de humo de leña o posibles fugas de gas. El modelado de este sistema consideró paradigmas avanzados que incluyen eventos discretos y continuos para asegurar que la oferta de energía coincida con los picos de demanda en los hogares.

Principales hallazgos

- **Ahorro de energía:** Si todos los hogares de Buenaventura cambiaran sus estufas actuales por unas de inducción, el consumo de energía de la ciudad bajaría un 55%.
- **Disponibilidad de tierra:** En las cercanías de Buenaventura existen más de 260,000 hectáreas con el clima ideal para sembrar estos cultivos de energía.
- **Área necesaria:** Para cubrir la necesidad de cocinar de todo el distrito, solo se necesitaría sembrar entre 1,400 y 3,100 hectáreas, dependiendo de la planta elegida (la Caña flecha es la que menos espacio requiere).
- **Eficiencia:** El 82% de las familias usa gas natural hoy, pero las estufas de inducción son mucho más potentes y limpias, ya que no producen humos dentro de la casa.

Retos y cuellos de botella

Para que un proyecto de esta magnitud sea sostenible, es necesario reconocer y gestionar las incertidumbres relacionadas con las cadenas de suministro de biomasa. El estudio detalla una serie de factores de riesgo que necesitan métodos de análisis estadísticos para su mitigación:

- **Incertidumbres Económicas:** Se identificaron variabilidades críticas en los costos de transporte de la biomasa, los costos de operación de las plantas de conversión y el costo de capital anualizado necesario para la infraestructura.
- **Incertidumbres de Producción:** El rendimiento final de los subproductos y la variabilidad en las propiedades de la biomasa, especialmente el contenido de humedad, pueden afectar la eficiencia.
- **Factores Externos y Sociales:** El éxito del proyecto está sujeto a la demanda, posibles cambios en las regulaciones políticas y el impacto de fenómenos climáticos

Además, existe una barrera social o incertidumbre social: en donde la disposición de las familias para transitar de los métodos de cocción tradicionales a la tecnología de inducción, lo cual requiere un acompañamiento educativo y técnico.

Recomendaciones clave

La implementación de la gasificación de biomasa en Buenaventura representa una oportunidad histórica para avanzar hacia una transición energética justa. El estudio concluye que, si bien la base técnica es sólida, la ejecución requiere de una importante coordinación interinstitucional. Las recomendaciones clave para los tomadores de decisión incluyen:

1. Seguridad jurídica y tenencia: Es vital realizar un análisis de la propiedad de la tierra para evitar conflictos y asegurar que los cultivos energéticos no se establezcan en áreas protegidas.
2. Análisis de asequibilidad: El sistema solo será exitoso si el costo de la factura eléctrica para cocinar es menor o igual al costo actual del gas en cilindros o carrotaques.
3. Validación técnica de campo: Se deben iniciar pilotos de siembra para verificar los rendimientos reales de las especies seleccionadas en las condiciones específicas del suelo de Buenaventura.
4. Gobernanza y regulación: El gobierno debe establecer un marco regulatorio claro que defina cómo se remunerará la generación y cómo se integrará esta infraestructura con las redes eléctricas existentes.

