

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

UNIDAD ACADÉMICA LAS PIEDRAS

ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS CON RESIDUOS
SÓLIDOS COMO COMBUSTIBLE PARA COCINA,
COMUNIDAD FRONTERA, MUNICIPIO DE PUERTO
GONZALO MORENO - PANDO - 2025**

**proyecto de grado para optar al grado académico de licenciatura
en ingeniería ambiental**

Universitario: Roger Benjamín Mamani Loza

Tutor: Eddy Salinas Sánchez

Las Piedras – Pando – Bolivia

2025

HOJA DE APROBACIÓN

Este proyecto de Grado, ha sido aceptado en su presente formato, por la Universidad Amazónica de Pando. Dirección del Área de Ciencias Biológicas y Naturales.

Aprobada por el Tribunal

FIRMANTES

Lic. Emilio Suarez Churipuy

DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA LAS PIEDRAS – UAP

Ing. Adhemar Rodríguez Bravo

TRIBUNAL

Ing. Wisner Avila valera

TRIBUNAL

Lic. Emilio Suarez Churipuy

TRIBUNAL

Ing. Eddy Salinas Sánchez

TUTOR

Roger Benjamín Mamani Loza

POSTULANTE

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, quienes han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida académica y personal. A mis padres, por su amor incondicional, su esfuerzo constante y por enseñarme que la perseverancia y la disciplina son las bases para alcanzar cualquier meta. A mis hermanos, por su apoyo silencioso y sus palabras de aliento en los momentos de mayor dificultad.

Dedico también este proyecto a la comunidad Frontera, que me abrió sus puertas y me permitió conocer de cerca sus realidades, necesidades y esperanzas. Ellos son la verdadera inspiración de este trabajo, pues su esfuerzo cotidiano y su compromiso con la vida en la Amazonía reflejan la importancia de buscar soluciones sostenibles que mejoren la calidad de vida sin dañar el entorno natural.

Finalmente, dedico este logro a todos los docentes y compañeros que compartieron conmigo el camino de la formación profesional. Cada enseñanza, cada debate y cada experiencia vivida en el aula y en el campo han sido semillas que hoy florecen en este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, fuente de fortaleza y guía en los momentos de incertidumbre, por darme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida académica.

A mi tutor, Eddy Salinas Sánchez, por su paciencia, orientación y compromiso en la dirección de este proyecto. Sus consejos y observaciones fueron fundamentales para dar forma y coherencia a esta investigación.

A la Universidad Amazónica de Pando, en especial al Programa de Ingeniería Ambiental, por brindarme las herramientas académicas y científicas necesarias para enfrentar los retos de la investigación y por fomentar en mí el compromiso con el desarrollo sostenible.

A la comunidad Frontera, por su colaboración, confianza y participación activa en el proceso de diagnóstico y socialización. Sin su apoyo, este proyecto no habría tenido sentido ni pertinencia.

A mis amigos y compañeros de carrera, por su compañía, motivación y por compartir conmigo las alegrías y dificultades de este camino.

Y, sobre todo, agradezco a mi familia, por su sacrificio, comprensión y amor incondicional. Ellos son la razón y la fuerza que me impulsaron a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

RESUMEN

El proyecto se desarrolla en la Comunidad Frontera del municipio de Puerto Gonzalo Moreno en Pando, Amazonía boliviana, donde la población enfrenta problemas críticos relacionados con la gestión inadecuada de residuos sólidos y la dependencia de combustibles tradicionales, pues el 70% de las familias utiliza leña para cocinar generando deforestación y enfermedades respiratorias mientras solo un 30% accede al gas licuado de petróleo limitado por su costo y disponibilidad. Ante la ausencia de sistemas formales de recolección y tratamiento de residuos y la falta de alternativas energéticas sostenibles, la propuesta plantea la producción de briquetas ecológicas como solución integral, aprovechando materiales reciclables locales como cartón, papel, aserrín y cáscaras mediante un proceso técnico de secado, trituración, mezcla con aglutinantes, compactación y secado final, obteniendo briquetas sólidas con mayor poder calorífico, menor humedad y menos emisiones contaminantes que la leña, además de ventajas prácticas como encendido más fácil en ambientes húmedos y combustión constante durante la temporada de lluvias. El objetivo general es sustituir combustibles tradicionales mejorando la gestión de residuos y la calidad de vida comunitaria, mientras los objetivos específicos incluyen diagnóstico de residuos, diseño de prototipo, evaluación físico química, aceptación comunitaria y sistema de seguimiento. La justificación se sustenta en beneficios ambientales como reducción de deforestación y emisiones, sociales como mejora en salud y fortalecimiento comunitario, económicos como ahorro y generación de empleo y tecnológicos como uso de herramientas de bajo costo y replicables. El proyecto se delimita a la Comunidad Frontera en el año 2025 y enfrenta limitaciones como acceso difícil, clima adverso, tecnología limitada, inversión inicial elevada y resistencia cultural. Los impactos esperados abarcan reducción de tala y emisiones, aprovechamiento de residuos, mejor calidad del aire, participación comunitaria, ahorro en

combustibles y dinamización de la economía local. En conclusión, la producción de briquetas ecológicas constituye una alternativa sostenible que transforma residuos en energía limpia, reduce la dependencia de la leña y se presenta como un modelo replicable en comunidades amazónicas.

Palabras clave: gestión inadecuada, residuos sólidos, combustibles tradicionales, briquetas ecológicas, emisiones contaminantes, poder calorífico.

SUMMARY

The project is developed in the Frontera Community of the municipality of Puerto Gonzalo Moreno in Pando, Bolivian Amazon, where the population faces critical problems related to the inadequate management of solid waste and dependence on traditional fuels. About 70% of families use firewood for cooking, generating deforestation and respiratory diseases, while only 30% have access to liquefied petroleum gas limited by its cost and availability. In the absence of formal waste collection and treatment systems and a lack of sustainable energy alternatives, the proposal suggests the production of ecological briquettes as a comprehensive solution, utilizing local recyclable materials such as cardboard, paper, sawdust, and shells through a technical process of drying, grinding, mixing with binders, compacting, and final drying, obtaining solid briquettes with higher calorific value, lower moisture, and fewer pollutant emissions than firewood. Additional practical advantages include easier ignition in humid environments and steady combustion during the rainy season. The general objective is to replace traditional fuels by improving waste management and community quality of life, while specific objectives include waste diagnosis, prototype design, physicochemical evaluation, community acceptance, and a monitoring system. The justification is based on environmental benefits such as reduced deforestation and emissions; social benefits such as improved health and community strengthening; economic benefits including savings and job creation; and technological benefits like the use of low-cost, replicable tools. The project is limited to the Frontera Community in 2025 and faces challenges such as difficult access, adverse climate, limited technology, high initial investment, and cultural resistance. Expected impacts include reduced logging and emissions, waste utilization, improved air quality, community participation, fuel savings, and stimulation of the local economy. In conclusion, the production of ecological briquettes constitutes a sustainable

alternative that transforms waste into clean energy, reduces dependence on firewood, and serves as a replicable model in Amazonian communities.

Keywords: inadequate management, solid waste, traditional fuels, ecological briquettes, pollutant emissions, calorific value.

INDICE

1	CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
	1.1 Antecedentes generales del Proyecto de Grado	2
	1.1.1 Antecedentes	2
	1.1.2 El Planteamiento Del Problema.....	4
	1.1.3 Pregunta de Investigación	6
	1.1.4 Objetivos	6
	1.1.5 Objetivo General	6
	1.1.6 Objetivos Específicos.....	7
	1.1.7 Justificación.....	7
	1.1.8 Delimitación del Objeto de Estudio.....	9
	1.1.9 Delimitaciones Generales.....	10
	1.1.10 Delimitaciones Específicas.....	10
	1.1.11 Limitaciones del estudio.....	12
2	CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA, MARCO DE LA INVESTIGACIÓN	13
	2.1 Marco Teórico.....	13
	2.1.1 Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Rurales.....	13
	2.1.2 Briquetas Ecológicas: Definición y Antecedentes	14
	2.1.3 Economía Circular y Sostenibilidad Energética.....	14
	2.1.4 Impacto Social, Económico y Ambiental.....	14
	2.1.5 Vacíos y Oportunidades de Investigación.....	15
	2.2 Marco Conceptual	15
	2.2.1 Briquetas Ecológicas como Núcleo Tecnológico.....	16
	2.2.2 Materiales Reciclables.....	16
	2.2.3 Economía Circular Aplicada	16
	2.2.4 Innovación Adaptativa y Tecnología Apropriada	18

2.2.5	Participación Comunitaria y Gobernanza	18
2.2.6	Gestión de Residuos Sólidos.....	18
2.2.7	Viabilidad Económica	19
2.2.8	Impacto Ambiental.....	19
2.2.9	Seguridad y Autonomía Energética	19
2.3	Marco Referencial.....	20
2.3.1	Contexto Geográfico y Social.....	20
2.3.2	Justificación de la Elección del Tema y Lugar	20
2.3.3	Referencias de Trabajos Similares en Bolivia.....	21
2.3.4	Referencias de Trabajos Similares en Otros Países	22
2.3.5	Relación y Aporte del Estudio.....	22
2.4	Marco legal.....	23
2.4.1	Regulación ambiental y de residuos.....	23
2.4.2	Normativas energéticas y de biocombustibles.....	23
2.4.3	Marco forestal y de manejo de recursos.....	24
3	CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	24
3.1	Diseño Metodológico	24
3.1.1	Tipo de Investigación.....	24
3.1.2	Enfoque de Investigación	24
3.1.3	Métodos:.....	25
3.1.4	Determinación del muestreo no probabilístico	26
3.1.5	Tipo comunes de muestreo no probabilístico aplicables	27
3.2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.2.1	Técnicas:.....	28
3.2.2	Observación Directa	29
3.2.3	Ámbitos de observación.....	29
3.2.4	Instrumentos.....	30
3.2.5	Guía de entrevista semiestructurada	30
3.2.6	Cuestionario Estructurado.....	31
4	CAPITULO IV. MARCO CONTEXTUAL.....	33

4.1	Marco Contextual del Proyecto.....	33
4.1.1	Contexto Ambiental	33
4.1.2	Contexto Social.....	34
4.1.3	Contexto Técnico y Económico	34
4.1.4	Contexto Legal y Normativo	35
5	CAPITULO V. DIAGNOSTICO.	35
5.1	Diagnóstico.....	35
6	CAPITULO VI. DETERMINACIÓN DE MODELOS, ANÁLISIS DE MODELOS: REAL E IDEAL.....	37
6.1	Modelo real	37
6.2	Modelo Ideal	39
7	CAPITULO VII. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS- Discusión y análisis.	41
7.1	Resultados Obtenidos.....	41
7.1.1	Socialización.....	41
7.1.2	Participación activa de familias interesadas.....	41
7.2	Encuesta	41
7.2.1	Análisis de la Encuesta	41
7.2.2	Enfoque General	42
7.3	Resultados de encuestas realizadas	43
7.3.1	Sección 2: Manejo y Generación de Residuos Sólidos.....	44
7.4	Sección 3: Uso de Combustibles para Cocina.....	46
7.5	Sección 4: Percepción y Disposición hacia la Producción de Briquetas.....	48
7.6	Sección 5: Impacto Socioeconómico y Ambiental Percibido	50
7.7	Organización	52

7.8	Establecimiento de cronogramas de actividades.....	53
7.9	Ubicación de la Materia Prima.....	53
7.9.1	Identificación de fuentes de biomasa (aserrín, cáscaras, residuos como el carton).....	53
7.9.2	Evaluación de disponibilidad, accesibilidad y costos de transporte.	53
7.9.3	Selección de puntos estratégicos de acopio.....	54
7.10	Compra de Material, Equipos e Infraestructura.....	54
7.10.1	fabricación de prensa manuales o hidráulicas.....	54
7.10.2	Elaboración de moldes metálicos y herramientas básicas.	54
7.10.3	Habilitación de un espacio físico para la producción.....	54
7.11	Fabricación de Moldes y Prensa.....	55
7.11.1	Diseño de moldes adaptados a la materia prima disponible.....	55
7.11.2	Construcción local con apoyo de herreros y técnicos.	55
7.11.3	Pruebas iniciales de resistencia y durabilidad.	55
7.12	Producción de Briquetas.....	55
7.12.1	Procesamiento de materia prima (secado, triturado, mezclado).	55
7.12.2	Elaboración de briquetas con diferentes proporciones de aglutinantes.	57
7.12.3	Registro de cantidades producidas y tiempos de fabricación.	57
7.13	Verificación de Rendimiento.....	58
7.13.1	Medición de calor generado, tiempo de cocción y emisión de humo.	58
7.13.2	Determinación del potencial calorífico.....	58
7.13.3	Determinación de volumen y densidad de la briqueta.....	60
7.13.4	Comparación de briquetas.....	61
7.14	Capacitación.....	61
7.14.1	Taller práctico sobre producción de briquetas.....	61
7.15	Elaboración de Cocinas Artesanales.....	62
7.15.1	Diseño de cocinas adaptadas a las necesidades locales.	62
7.15.2	Incorporación de mejoras para mayor eficiencia energética.	62
7.16	Entrega de Cocinas y Briquetas.....	62

7.16.1	Distribución a familias beneficiarias.....	62
7.17	Evaluación Ambiental	63
7.17.1	Reducción de tala de árboles para leña.....	63
7.17.2	Disminución de emisiones contaminantes.....	63
7.17.3	Aprovechamiento de residuos orgánicos.....	63
7.18	Impacto Social y Económico (nuevo)	63
7.18.1	Generación de empleo local en la producción de briquetas.....	63
7.18.2	Ahorro en costos de combustible para las familias.....	63
7.19	Conclusiones.....	64
7.19.1	Beneficios Ambientales y Sociales frente a Costos de Implementación en la Producción y Uso de Briquetas.....	64
7.20	Costo-Beneficio.....	66
8	CAPITULO VIII. PROPUESTA.....	69
8.1	Propuesta	69
8.1.1	Objetivo.....	69
8.1.2	Materiales a utilizar.....	69
8.1.3	Proceso técnico paso a paso	70
8.1.4	Capacitación y participación comunitaria	72
8.1.5	Aspectos técnicos adicionales	72
8.1.6	Herramientas prioritarias.....	74
8.1.7	Notas técnicas.....	74
9	Capitulo IX. Conclusiones Y Recomendaciones.....	75
9.1	Conclusión.....	75
9.2	Recomendaciones.....	76
10	Bibliografía.....	78
11	Referencias	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Datos de la comunidad</i>	9
Tabla 2. <i>Sostenibilidad Multidimensional</i>	17
Tabla 3. <i>Guía de Observación para la Producción de Briquetas Ecológicas</i>	32
Tabla 4. <i>Comparación entre inversión inicial y ahorro generado.</i>	66
Tabla 5. <i>Análisis costo – beneficio</i>	67
Tabla 6. <i>Herramientas y equipos</i>	70
Tabla 7. <i>Control de calidad</i>	72
Tabla 8. <i>Tabla de actividades técnicas</i>	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Comunidad Frontera</i>	9
Figura 2. <i>Distribución del nivel educativo</i>	43
Figura 3. <i>Frecuencia de generación de residuos</i>	44
Figura 4. <i>Actualmente separa los residuos reciclables</i>	44
Figura 5. <i>¿Qué hace con los residuos reciclables?</i>	45
Figura 6. <i>¿Con qué frecuencia se generan residuos reciclables en su hogar?</i>	45
Figura 7. <i>¿Cuál es el combustible principal que usa para cocinar?</i>	46
Figura 8. <i>Efecto del humo en la salud</i>	47
Figura 9. <i>Disposición a usar briquetas</i>	47
Figura 10. <i>¿Conoce qué son las briquetas ecológicas?</i>	48
Figura 11. <i>Opiniones sobre el uso de briquetas</i>	49
Figura 12. <i>¿Estaría dispuesto/a a participar en la producción de briquetas?</i>	49
Figura 13. <i>Beneficios de las briquetas</i>	50
Figura 14. <i>La briqueta podría mejorar la calidad del aire en su hogar</i>	51
Figura 15. <i>Beneficios que traiga la producción y uso de briquetas</i>	52

INDICE DE ANEXOS

anexo A. <i>Encuesta</i>	82
anexo B. <i>Herramientas de socialización</i>	87
anexo C. <i>Materiales De Capacitación</i>	88
anexo D. <i>Ubicación De Materia Prima</i>	90
anexo E. <i>Compra De Materiales Y Equipo</i>	91
anexo F. <i>Fabricación De Moldes Y Prensa</i>	92
anexo G. <i>Producción De Briquetas</i>	93
anexo H. <i>Comparación De Rendimiento</i>	94
anexo I. <i>Elaboración Y Entrega De Cocinas Artesanales</i>	96

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La gestión inadecuada de residuos sólidos y la dependencia elevada de combustibles tradicionales como la leña para cocinar son problemas ambientales y sociales de gran envergadura, con impactos significativos en la salud pública y la biodiversidad a nivel mundial. En particular, en la región amazónica boliviana, como en el municipio de Puerto Gonzalo Moreno, estos problemas se acentúan por la insuficiente infraestructura para la gestión de residuos y la elevada tasa de deforestación, impulsada principalmente por la demanda constante de leña. La comunidad Frontera enfrenta una acumulación descontrolada de residuos reciclables como cartón, papel y aserrín, junto con la dependencia casi total de la leña como fuente de energía para cocinar, lo que genera contaminación del suelo y del agua, además de problemas respiratorios derivados de la inhalación del humo producido por la combustión de estos combustibles tradicionales.

El presente proyecto se propone como una alternativa innovadora y sostenible a esta problemática, mediante la producción de briquetas ecológicas a partir de los residuos sólidos disponibles en la comunidad. Esta propuesta integra una gestión adecuada de residuos sólidos con la producción de un biocombustible limpio, eficiente y accesible, que busca mejorar la calidad de vida de la población local, reducir la presión sobre los bosques y promover el desarrollo económico a través de la generación de empleo y la dinamización de la economía local. La iniciativa se basa en la participación comunitaria activa, el uso de tecnología apropiada y la valorización de residuos, presentándose como un modelo integral de desarrollo sostenible para zonas rurales amazónicas. Así, el proyecto tiene como objetivo revertir los impactos ambientales negativos, mejorar la salud pública y fomentar una cultura de aprovechamiento responsable de los recursos naturales.

1.1 Antecedentes generales del Proyecto de Grado

1.1.1 Antecedentes

La problemática ambiental y social derivada de la gestión inadecuada de residuos sólidos y la dependencia de combustibles tradicionales como la leña es un fenómeno crítico, especialmente en zonas rurales y amazónicas de Bolivia. En la comunidad Frontera, municipio de Puerto Gonzalo Moreno - Pando, se evidencia una acumulación descontrolada de residuos reciclables como cartón, papel, cascaras de almendra y aserrín, que contaminan suelo y fuentes hídricas, al tiempo que la quema de leña contribuye a la deforestación acelerada y a la alta incidencia de enfermedades respiratorias en la población local.

Este escenario refleja una situación compleja causada por la insuficiencia de infraestructura y sistemas formales para la recolección, tratamiento y valorización de residuos sólidos. La población, compuesta por aproximadamente 30 familias, depende en un 70% de la leña para cocinar y calentar, mientras solo un 30% accede de forma limitada al gas licuado de petróleo (GLP), debido a su alto costo y limitada disponibilidad. La gestión dispersa y poco organizada de residuos genera vertederos informales y contaminación ambiental, lo que perjudica tanto la salud pública como el equilibrio ecológico.

De acuerdo con la literatura, la producción de briquetas ecológicas se presenta como una alternativa técnica viable y sostenible para enfrentar esta problemática. Estos biocombustibles sólidos se elaboran a partir de materiales reciclables y residuos orgánicos locales, mediante procesos de trituración, mezcla, compactación y secado, utilizando tecnología apropiada y de bajo costo, como prensas manuales construidas con materiales reciclados (FAO, 2017; Grover & Mishra, 1996). Esta tecnología, con más de 2,200 años de uso, proporciona una fuente de energía

limpia que reduce la emisión de contaminantes y la presión sobre los recursos forestales, mejorando la calidad del aire y contribuyendo a la salud respiratoria (Demirbas, 2001).

A nivel internacional, experiencias exitosas en India, Kenia, Uganda y la Amazonía peruana evidencian los beneficios multidimensionales de la producción y uso de briquetas, incluyendo ahorro energético, generación de empleo, reducción de emisiones y fortalecimiento comunitario (Njenga et al., 2013; PNUD Perú, 2019). En Bolivia, aunque existen algunos proyectos piloto en regiones como El Alto y Cochabamba, son limitados los estudios en zonas amazónicas que adapten estas tecnologías a contextos locales con condiciones particulares de humedad, acceso y disponibilidad de recursos (Swisscontact, 2018; Cespedes et al., 2019).

El presente proyecto de grado se justifica en la necesidad de diseñar e implementar un modelo integral de producción de briquetas en la comunidad Frontera, que combine gestión ambiental, desarrollo económico y bienestar social. Este modelo busca no solo reducir la acumulación de residuos y la dependencia de combustibles tradicionales, sino también empoderar a la comunidad mediante capacitación técnica y participación activa, fomentando un desarrollo sostenible replicable en otras áreas rurales amazónicas.

En resumen, los antecedentes destacan que la producción de briquetas a partir de residuos reciclables no solo representa una solución ambiental para la gestión de residuos y la mitigación de la deforestación, sino que también es una oportunidad para mejorar la calidad de vida, promover la autonomía energética y fortalecer la economía local, alineándose con normativas nacionales de gestión ambiental y objetivos globales de desarrollo sostenible.

1.1.2 El Planteamiento Del Problema

En Bolivia, la gestión de residuos sólidos enfrenta múltiples desafíos, incluyendo infraestructura insuficiente, manejo inadecuado, vertederos a cielo abierto y la quema indiscriminada de basura, que contaminan el suelo, el agua y el aire, generando efectos negativos sobre la salud y un impacto social grave. Además, la alta tasa de deforestación, especialmente en la Amazonía boliviana, está impulsada en parte por la demanda de leña para cocinar y otras actividades, lo que agrava aún más la crisis ambiental y sanitaria del país. Esta problemática se ve profundizada por la carencia de políticas públicas efectivas y sistemas sostenibles de tratamiento, afectando directamente la calidad de vida de las poblaciones rurales y urbanas. El modelo extractivista y la expansión agropecuaria sin manejo adecuado continúan contribuyendo a la degradación ambiental.

En la comunidad Frontera, situada en una zona amazónica de difícil acceso, se observa una acumulación descontrolada de residuos sólidos reciclables como cartón, papel y plásticos, sin sistemas adecuados para su gestión. La dependencia casi total de la leña tradicional para cocinar ejerce una presión creciente sobre los bosques locales, acelerando su pérdida y provocando impactos negativos en la salud de los habitantes debido a la exposición a humos tóxicos que causan enfermedades respiratorias. Esta problemática ambiental y sanitaria se agrava por la ausencia de alternativas accesibles y sostenibles. Además, la contaminación de suelos y fuentes hídricas por la gestión inadecuada de residuos compromete el bienestar y desarrollo socioeconómico de la comunidad.

Por tanto, el problema central radica en la ausencia de una solución integral que permita una gestión adecuada de los residuos sólidos reciclables y reduzca la dependencia de combustibles tradicionales nocivos, con el fin de proteger el medio ambiente, conservar los bosques y mejorar

la salud pública junto con las condiciones socioeconómicas en zonas rurales amazónicas como Frontera.

La producción de briquetas ecológicas a partir de estos residuos representa una alternativa técnica viable, económicamente factible y socialmente aceptada que puede transformar esta problemática ambiental y energética en una oportunidad para el desarrollo sostenible, la generación de empleo local, la reducción de contaminantes y la mejora de la calidad de vida, alineándose con normativas nacionales y estándares internacionales, y contribuyendo a la resiliencia ambiental y económica de la región.

En muchas zonas rurales, la gestión inadecuada de residuos sólidos —como plásticos, papel y otros desechos reciclables— constituye un desafío ambiental que afecta tanto la salud de las personas como el equilibrio ecológico local. La falta de sistemas efectivos de recolección y tratamiento de estos materiales genera vertederos informales y contaminación del suelo y el agua. Paralelamente, las comunidades rurales suelen enfrentar limitaciones para acceder a fuentes de energía eficientes y limpias, dependiendo en gran medida de combustibles convencionales que aumentan los costos económicos y ambientales.

Actualmente, en la comunidad Frontera, solo el 30% de la población utiliza gas licuado de petróleo (GLP) para cocinar, mientras que el 70% restante depende de leña u otros combustibles tradicionales. La generación de residuos sólidos, especialmente cartón y papel, es significativa, y aunque se acumulan en espacios públicos como canchas y áreas verdes, existe una evidente falta de sistemas adecuados para su gestión y disposición final, lo que implica que estos residuos, que podrían tener valor, terminan siendo mal manejados o contaminantes.

La dependencia de combustibles tradicionales para cocinar contribuye a la deforestación, a la emisión de gases contaminantes y a problemas de salud relacionados con la inhalación de humo. Sin embargo, la comunidad tiene una oportunidad para cambiar esta realidad por soluciones energéticas accesibles, económicas y ambientalmente responsables. Los residuos de cartón y papel generados localmente, junto con el aserrín proveniente de la ciudad de Riberalta, constituyen una fuente subutilizada con gran potencial.

1.1.3 Pregunta de Investigación

En este contexto, surge la pregunta que orienta la investigación y el desarrollo del proyecto:

¿Cómo puede la implementación de un sistema integral para la producción de briquetas a partir de residuos sólidos reciclables (cartón, papel y aserrín) contribuir a mejorar la gestión de residuos, reducir la dependencia de combustibles tradicionales y promover la sostenibilidad ambiental, económica y social en la comunidad Frontera, municipio Puerto Gonzalo Moreno, Pando, durante la gestión - 2025?

1.1.4 Objetivos

1.1.5 Objetivo General

Producir briquetas a partir de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos disponibles para utilizarlas como combustible alternativo y sostenible en cocinas tradicionales, contribuyendo a la mejora de la gestión de residuos y la calidad de vida de los habitantes de la Comunidad Frontera del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Pando, durante la gestión 2025.

1.1.6 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la composición, cantidad y disponibilidad de residuos sólidos generados para Comunidad Frontera, identificando aquellos con potencial para la producción de briquetas y la viabilidad de su recolección y aprovechamiento.
- Diseñar e implementar un prototipo de producción de briquetas utilizando los residuos sólidos seleccionados, evaluando la eficiencia del proceso, las propiedades físico-químicas de las briquetas (poder calorífico, densidad, humedad) y sus características de combustión en comparación con combustibles tradicionales.
- Seguimiento y control del sistema de producción de briquetas.
- Evaluar la aceptación y el impacto socioeconómico y ambiental de la implementación de briquetas como combustible para cocina en la Comunidad Frontera, mediante la realización de encuestas y grupos focales a las familias, y el análisis de la reducción de la contaminación y la mejora en la gestión de residuos.

1.1.7 Justificación

La gestión inadecuada de residuos sólidos y la dependencia de combustibles tradicionales en la comunidad Frontera representan desafíos ambientales y sociales de gran relevancia. La acumulación de residuos como cartón y papel, junto con la falta de sistemas efectivos de recolección y tratamiento, contribuye a la contaminación del suelo y de las fuentes de agua, afectando la salud pública y el entorno ecológico. Además, la quema de leña y otros combustibles convencionales incrementa la deforestación, las emisiones de gases contaminantes y los problemas respiratorios en la población.

Frente a este panorama, la producción de briquetas a partir de residuos sólidos reciclables surge como una alternativa sostenible y accesible para la comunidad. Esta estrategia no solo permite aprovechar materiales subutilizados, sino que también contribuye a reducir la presión sobre los recursos forestales y a mejorar la calidad del aire. Asimismo, la fabricación de briquetas puede disminuir los costos energéticos familiares y fortalecer la economía local mediante la generación de nuevas oportunidades productivas.

Implementar este proyecto responde a la necesidad de transformar los desafíos ambientales en soluciones innovadoras, alineadas con el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la comunidad Frontera. La propuesta se fundamenta en la valorización de los residuos como recursos, promoviendo una gestión responsable y eficiente que beneficie tanto al medio ambiente como al bienestar social.

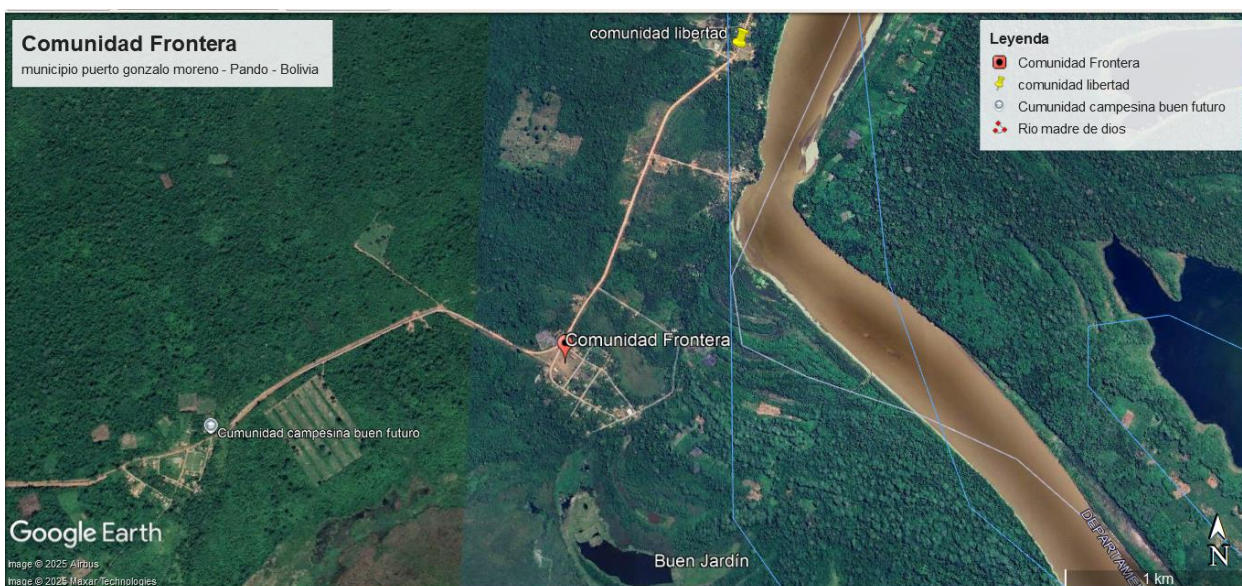
Además, las briquetas ofrecen una ventaja significativa en situaciones climáticas adversas. A diferencia de la leña convencional, que a menudo se vuelve difícil de encender y mantener encendida durante la temporada de lluvias o en ambientes húmedos, las briquetas, al ser compactas y con un menor contenido de humedad, son más fáciles de usar y mantienen una combustión más eficiente y constante. Esto asegura que los hogares de la comunidad Frontera puedan cocinar de manera ininterrumpida y segura, incluso bajo la lluvia, proporcionando una solución práctica y confiable que mejora la calidad de vida diaria y reduce la vulnerabilidad a las condiciones meteorológicas.

El presente proyecto de investigación contribuye al desarrollo sostenible, porque tiene la capacidad para transformar una problemática ambiental en una oportunidad de desarrollo integral. Al aprovechar los residuos reciclables para generar una fuente de energía limpia, se impulsa una política de sostenibilidad que no solo mejora las condiciones ambientales, sino que también

fortalece la economía local y empodera a la comunidad. Este modelo de gestión de residuos y producción energética, al ser técnicamente factible, económicamente viable y socialmente aceptado, promete ser un motor de cambio en la búsqueda de un desarrollo rural sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

1.1.8 Delimitación del Objeto de Estudio

Figura 1. Comunidad Frontera



Nota: fuente propia extraído de Google Earth

Tabla 1.

Datos de la comunidad

Coordenadas y datos		
Coordenadas	Coordenada Este	Coordenada Norte
Zona 19 L	803290.00 m E	8768957.00 m S
Elevación	143 M Sobre El Nivel De Mar	

Nota: los datos en la tabla ayudan a ubicar de manera digital más rápida y eficiente la comunidad.

El presente proyecto de grado se centra en la producción de briquetas a partir de residuos sólidos para ser utilizadas como combustible en cocinas. La investigación se llevará a cabo en un contexto geográfico y temporal específico, y se abordarán diversas dimensiones para garantizar la viabilidad y pertinencia del estudio.

1.1.9 Delimitaciones Generales

Geográficas: El estudio se delimitará específicamente a la Comunidad Frontera del Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Departamento de Pando. Esto implica que la recolección de residuos, la producción de briquetas y la evaluación de su uso se realiza exclusivamente dentro de esta comunidad.

Temporales: La investigación y las actividades del proyecto se desarrollarán durante el año 2025. Este periodo de tiempo permita llevar a cabo las fases de diagnóstico, implementación, prueba y evaluación de la producción y uso de las briquetas.

1.1.10 Delimitaciones Específicas

Aspectos Sociales: Se analiza la disposición actual de residuos sólidos por parte de los habitantes de la Comunidad Frontera y su percepción sobre el manejo de estos.

Se evalúa la aceptación y el potencial de adopción de las briquetas como alternativa de combustible por parte de las familias de la comunidad, considerando sus hábitos de cocina y recursos disponibles.

Se identifica los actores sociales clave dentro de la comunidad (líderes comunitarios, familias) que puedan influir en la implementación y sostenibilidad del proyecto.

Aspectos Políticos: Se revisa las normativas y políticas locales y nacionales relacionadas con el manejo de residuos sólidos y el uso de combustibles alternativos en Bolivia, para asegurar que el proyecto se alinee con el marco legal vigente.

Se busca la articulación y el apoyo de las autoridades municipales de Puerto Gonzalo Moreno para facilitar la ejecución del proyecto y su posible replicabilidad a futuro.

Aspectos Económicos: Se realiza un análisis de costos y beneficios de la producción de briquetas, considerando la disponibilidad de los residuos, los insumos necesarios, la mano de obra y el equipamiento. Se compara el costo de las briquetas con los combustibles tradicionales utilizados en la comunidad (leña, gas), evaluando su viabilidad económica para las familias. Se explora posibles modelos de negocio o autogestión que permitan la sostenibilidad económica del proyecto a largo plazo.

Aspectos Técnicos: La investigación se centra en la selección y caracterización de los tipos de residuos sólidos disponibles en la comunidad que sean aptos para la producción de briquetas (orgánicos, papel, cartón, etc.).

Se define el proceso técnico y la tecnología apropiada para la producción de briquetas (métodos de secado, trituración, aglutinantes, prensado), buscando la eficiencia y la simplicidad para su aplicación local.

Se realiza pruebas de combustión de las briquetas para evaluar su poder calorífico, tiempo de duración, emisiones de humo y cenizas, en comparación con los combustibles tradicionales.

Se diseñará un prototipo o metodología de producción de briquetas que sea replicable y adaptable a las condiciones de la Comunidad Frontera.

1.1.11 Limitaciones del estudio.

El proyecto presenta una propuesta sólida y contextualizada, pero como todo estudio aplicado en campo, enfrenta ciertas limitaciones que deben ser reconocidas para mejorar su replicabilidad y sostenibilidad. Estas limitaciones se agrupan en las siguientes dimensiones:

Limitaciones Geográficas y de Accesibilidad: La Comunidad Frontera se encuentra en una zona amazónica de difícil acceso, lo que complica el transporte de materiales, equipos y personal técnico.

Las condiciones climáticas, especialmente en temporada de lluvias, pueden afectar el secado de briquetas y la movilidad para la recolección de residuos.

Limitaciones Técnicas: La tecnología utilizada (prensa manual, secado solar) es apropiada pero limitada en capacidad de producción, lo que podría dificultar la cobertura total de la demanda energética comunitaria.

La variabilidad en la calidad de los residuos disponibles (humedad, composición) puede afectar la eficiencia y consistencia de las briquetas producidas.

Limitaciones Económicas: Aunque se plantea un ahorro energético del 30%, la inversión inicial en infraestructura y capacitación puede ser elevada para comunidades con recursos limitados.

La sostenibilidad económica del proyecto depende de la creación de un modelo de negocio comunitario, aún en fase exploratoria.

Limitaciones Sociales y Culturales: La adopción de nuevas tecnologías como las briquetas requiere un cambio en hábitos tradicionales de cocina, lo cual puede generar resistencia en algunos sectores de la comunidad.

La participación comunitaria, aunque promovida, puede verse afectada por factores como desconfianza, falta de tiempo o desconocimiento técnico.

Limitaciones en la Evaluación de Impacto: El estudio se desarrolla en un solo año (2025), lo que limita la posibilidad de evaluar impactos a largo plazo en salud, economía y medio ambiente.

La medición de indicadores como reducción de enfermedades respiratorias o mejora en la calidad del aire se basa en encuestas y observaciones, sin apoyo de instrumentos clínicos o ambientales especializados.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA, MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Teórico

2.1.1 *Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Rurales*

La gestión inadecuada de residuos sólidos en zonas rurales es un problema ambiental y social ampliamente documentado (Medina, 2008; Ferronato & Torretta, 2019). La acumulación de plásticos, papel y otros materiales reciclables genera vertederos informales y contaminación de suelos y fuentes de agua, afectando la salud pública y el equilibrio ecológico (INE, 2022).

Autores como Hoornweg y Bhada-Tata (2012) destacan que la falta de sistemas efectivos de recolección y tratamiento en áreas rurales incrementa la vulnerabilidad ambiental y limita las

opciones de desarrollo sostenible. En este contexto, la búsqueda de alternativas que conviertan los desechos en recursos útiles es una prioridad para la gestión ambiental contemporánea.

2.1.2 Briquetas Ecológicas: Definición y Antecedentes

Las briquetas ecológicas son biocombustibles sólidos producidos a partir de materiales reciclables y residuos orgánicos (FAO, 2017). Su origen se remonta a la antigua China, pero su aplicación moderna responde a la necesidad de encontrar soluciones energéticas sostenibles y de bajo costo en comunidades vulnerables (Grover & Mishra, 1996).

La literatura científica señala que las briquetas presentan ventajas frente a la leña tradicional: mayor eficiencia energética, menor emisión de contaminantes y reducción del consumo de madera, contribuyendo así a la protección de los bosques y la salud respiratoria (Demirbas, 2001; FAO, 2017).

2.1.3 Economía Circular y Sostenibilidad Energética

El enfoque de economía circular, propuesto por autores como Ellen MacArthur (2013), plantea la transformación de residuos en recursos, cerrando los ciclos materiales y energéticos. La producción de briquetas a partir de residuos reciclables es un claro ejemplo de este paradigma, ya que convierte un problema ambiental en una oportunidad de desarrollo económico y social.

La sostenibilidad energética en zonas rurales, según Goldemberg (2000), requiere soluciones descentralizadas, accesibles y adaptadas al contexto local. Las briquetas cumplen con estos criterios al ser producidas con tecnología apropiada y recursos disponibles en la comunidad.

2.1.4 Impacto Social, Económico y Ambiental

Diversos estudios (Shuma et al., 2018; FAO, 2017) resaltan los beneficios multidimensionales de la producción de briquetas:

- **Ambientales:** Reducción de residuos y emisiones, conservación de bosques.
- **Económicos:** Ahorro en gastos energéticos, generación de empleo y microempresas.
- **Sociales:** Mejora de la salud, fortalecimiento de la organización comunitaria y empoderamiento local.

Estos beneficios se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, especialmente los relacionados con energía asequible y no contaminante (ODS 7), trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8), y producción y consumo responsables (ODS 12).

2.1.5 Vacíos y Oportunidades de Investigación

Aunque existen experiencias previas en la producción de briquetas en diferentes regiones del mundo, los estudios sobre su implementación en comunidades amazónicas de Bolivia son escasos. El proyecto presentado busca aportar conocimiento sobre:

- Adaptación tecnológica a contextos rurales amazónicos.
- Estrategias de participación comunitaria y sostenibilidad social.
- Evaluación integral del impacto ambiental y económico.

2.2 Marco Conceptual

El siguiente marco conceptual integra y articula los conceptos clave y dimensiones técnicas, ambientales, socioeconómicas y culturales que fundamentan la producción de briquetas a partir de materiales reciclables en la comunidad Frontera, municipio de Puerto Gonzalo Moreno (Pando). Este modelo busca delimitar y unificar el significado de los términos centrales, asegurando coherencia y claridad en el desarrollo de la investigación y la intervención comunitaria.

2.2.1 *Briquetas Ecológicas como Núcleo Tecnológico*

Definición: Biocombustibles sólidos obtenidos mediante la compactación de residuos, forestales (aserrín) y urbanos (cartón, papel), combinados con aglutinantes naturales como el almidón (Demirbas, 2001).

Uso en el estudio: Son el producto final que reemplaza la leña tradicional, mejorando la eficiencia energética y reduciendo emisiones contaminantes. Su calidad depende de parámetros como humedad (8-15%), densidad (≥ 0.6 g/cm³) y capacidad calorífica superior a la leña convencional (FAO, 2017).

2.2.2 *Materiales Reciclables*

Definición: Residuos sólidos reutilizables o transformables en nuevos productos, como papel, cartón, plásticos y residuos agrícolas (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012).

Uso en el estudio: Constituyen la materia prima para la fabricación de briquetas, seleccionados y procesados según su disponibilidad y características en la comunidad (UNEP, 2019).

2.2.3 *Economía Circular Aplicada*

Definición: Modelo económico basado en la reducción, reutilización y reciclaje de materiales, prolongando su vida útil y minimizando residuos (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Aplicación:

Flujo de materiales: Los residuos locales se transforman en energía, reduciendo la dependencia de leña nativa y evitando la quema a cielo abierto (Geissdoerfer et al., 2017).

Cadena de valor: Incluye recolección, triturado, mezcla, prensado y distribución, con participación activa de familias locales (meta del 70% de involucramiento) (Kirchherr et al., 2018).

Ejemplo replicable: Experiencias como las de Pro Campo en Santa Cruz muestran que el uso de cascarillas de girasol puede reducir costos en un 15% y emisiones en un 70% (PNUD, 2021).

Tabla 2.

Sostenibilidad Multidimensional

Dimensión	Indicadores clave	Fuente de validación
Ambiental	Reducción del 40% en consumo de leña nativa; ciclos de carbono neutro	Ley N° 300 Marco de la Madre Tierra
Social	Disminución del 22% en enfermedades respiratorias; creación de empleos locales	Programas AETN (2024)
Económica	Ahorro del 30% en gastos energéticos familiares; venta a mercados regionales	Ley N° 144 de Revolución Productiva
Cultural	Rescate de prácticas ancestrales de manejo de recursos	Ley N° 071 de Derechos de la Madre Tierra

Nota: La tabla refleja cómo la acción coordinada y respaldada por leyes fortalece comunidades y preserva el patrimonio natural.

2.2.4 *Innovación Adaptativa y Tecnología Apropriada*

Definición: Herramientas, técnicas y procesos adaptados a condiciones locales, de bajo costo y fácil mantenimiento. Según Sachs (2015), la innovación adaptativa se refiere a tecnologías diseñadas para contextos específicos que permiten una implementación asequible y eficiente.

Aplicación: Uso de prensas manuales con materiales reciclados metálicos (tubos, planchas y otros materiales) para garantizar accesibilidad. Optimización de procesos: Mezclas como 5:3 (cartón: viruta) mejoran la combustión, con tiempos de ignición <3 minutos (Patel & Kumar, 2020). Capacitación comunitaria basada en experiencias exitosas de Perú y México (Gómez et al., 2018).

2.2.5 *Participación Comunitaria y Gobernanza*

Definición: Involucramiento activo de los miembros de la comunidad en todas las etapas del proyecto, desde la recolección de materiales hasta la producción y distribución de briquetas. La gobernanza participativa es clave para la sostenibilidad de proyectos comunitarios (Ostrom, 1990).

Aplicación: Cogestión mediante alianzas entre comunidad, gobiernos locales y ONGs para financiamiento y seguimiento. Indicadores de éxito: Producción de briquetas con $\leq 5\%$ de cenizas residuales y participación del 70% de familias. Escalabilidad: Modelo replicable en otras comunidades amazónicas con alta disponibilidad de biomasa (World Bank, 2022).

2.2.6 *Gestión de Residuos Sólidos*

Definición: Conjunto de actividades orientadas a la recolección, clasificación, tratamiento y disposición final de residuos sólidos generados por la comunidad. Según Tchobanoglous et al.

(2014), la gestión integral de residuos busca minimizar impactos ambientales y promover el reciclaje efectivo.

Uso en el estudio: El proyecto propone un modelo de gestión integral que transforma los residuos reciclables en briquetas, reduciendo la contaminación y mejorando el entorno (UNEP, 2019).

2.2.7 Viabilidad Económica

Definición: Capacidad de un proyecto para generar beneficios económicos superiores a sus costos, asegurando su sostenibilidad financiera (Merino, 2017).

Uso en el estudio: El análisis de viabilidad económica evalúa inversión, costos operativos y potencial de ingresos por venta de briquetas, garantizando la permanencia del sistema (Hernández & Vargas, 2020).

2.2.8 Impacto Ambiental

Definición: Efectos positivos o negativos que una acción o proyecto genera sobre el entorno natural (González & Ramírez, 2018).

Uso en el estudio: Se refiere a la reducción de residuos, disminución de la deforestación y mejora en la calidad del aire gracias al uso de briquetas en lugar de leña tradicional (FAO, 2016).

2.2.9 Seguridad y Autonomía Energética

Definición: Capacidad de una comunidad para acceder a fuentes de energía limpias, seguras y gestionadas localmente, reduciendo la dependencia de combustibles externos (International Energy Agency, 2019).

Uso en el estudio: La producción de briquetas busca fortalecer la autonomía energética de la comunidad Frontera, mejorando su resiliencia y calidad de vida (Schneider et al., 2021).

2.3 Marco Referencial

2.3.1 Contexto Geográfico y Social

La investigación se desarrolla en la comunidad Frontera, ubicada en el municipio de Puerto Gonzalo Moreno, departamento de Pando, en la región amazónica de Bolivia. Esta zona se caracteriza por su clima húmedo tropical, suelos fértiles y una economía predominantemente rural basada en la agricultura y actividades extractivas. Sin embargo, enfrenta desafíos ambientales y sociales típicos de áreas rurales: gestión deficiente de residuos sólidos, dependencia de combustibles tradicionales (leña) y limitaciones en el acceso a energía limpia y asequible.

Según el documento base (“Producción de briquetas a partir de materiales reciclables para la comunidad Frontera del municipio de Puerto Gonzalo Moreno – Pando 2025”), la acumulación de residuos como cartón, papel, cascaras de almendra y aserrín genera contaminación del suelo y fuentes de agua, mientras que la quema de leña contribuye a la deforestación y problemas de salud respiratoria en la población local.

La comunidad Frontera se encuentra a una altitud de 134 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas 804360.00 m E y 8770994.00 m S (Zona 19 L), lo que la sitúa en una zona de difícil acceso y limitada infraestructura, condiciones que refuerzan la necesidad de soluciones tecnológicas apropiadas, de bajo costo y fácil manejo comunitario.

2.3.2 Justificación de la Elección del Tema y Lugar

La elección de la comunidad Frontera como espacio de estudio responde a la urgencia de abordar dos problemas interrelacionados:

Gestión de residuos sólidos: La falta de sistemas formales de recolección y tratamiento de residuos provoca la proliferación de vertederos informales y la contaminación ambiental.

Acceso a energía sostenible: La dependencia de la leña como principal fuente de energía doméstica incrementa la presión sobre los recursos forestales y afecta la salud de la población.

El proyecto busca transformar estos desafíos en oportunidades, implementando un modelo de economía circular que convierte residuos en briquetas, generando beneficios ambientales, económicos y sociales. Este enfoque es especialmente relevante en el contexto amazónico, donde la protección de los bosques y la promoción de alternativas energéticas sostenibles son prioridades nacionales y globales.

2.3.3 Referencias de Trabajos Similares en Bolivia

En Bolivia, la producción de briquetas a partir de materiales reciclables ha sido explorada en diferentes regiones, aunque con escasa documentación en el contexto amazónico. Algunos antecedentes relevantes incluyen:

Proyecto piloto en El Alto (La Paz): En 2017, la ONG Swisscontact implementó un proyecto de producción de briquetas con residuos de papel y aserrín en comunidades periurbanas de El Alto, logrando reducir la dependencia de la leña y mejorar la gestión de residuos (Swisscontact, 2018).

Estudio en Cochabamba: La Universidad Mayor de San Simón (UMSS) desarrolló investigaciones sobre la producción de briquetas a partir de residuos agrícolas y forestales, demostrando su viabilidad técnica y económica como alternativa energética para zonas rurales (Céspedes et al., 2019).

Experiencias en el Chaco boliviano: Diversas ONGs han promovido la fabricación artesanal de briquetas con residuos de caña y estiércol, con resultados positivos en la reducción de costos energéticos y la protección ambiental (Fundación Natura, 2020).

2.3.4 Referencias de Trabajos Similares en Otros Países

A nivel internacional, existen numerosos ejemplos de proyectos exitosos de producción de briquetas en contextos rurales y periurbanos:

Uganda y Kenia: Organizaciones como “Green Bio Energy” y “Briquette Manufacturers Association of Kenya” han implementado sistemas de producción y comercialización de briquetas a partir de residuos orgánicos y agrícolas, mejorando la calidad de vida y reduciendo la deforestación (Njenga et al., 2013).

India: El gobierno indio ha promovido la adopción de briquetas hechas de residuos agrícolas (cáscara de arroz, bagazo de caña) como parte de su política de energías limpias rurales, logrando una amplia aceptación y escalabilidad (Grover & Mishra, 1996).

Perú: En la Amazonía peruana, proyectos apoyados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) han demostrado la viabilidad de producir briquetas con residuos de palma y madera, contribuyendo a la conservación de los bosques y la generación de ingresos locales (PNUD Perú, 2019).

2.3.5 Relación y Aporte del Estudio

El presente proyecto se diferencia y aporta al contexto boliviano y amazónico por:

Adaptar la tecnología de briquetas a las condiciones específicas de la Amazonía boliviana, donde la humedad, la disponibilidad de materiales y el acceso a infraestructura requieren soluciones personalizadas.

Incorporar un enfoque integral que abarca aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, con énfasis en la participación comunitaria y la sostenibilidad a largo plazo.

Proponer un modelo replicable para otras comunidades rurales con desafíos similares, contribuyendo a la agenda nacional de desarrollo sostenible y gestión de residuos.

2.4 Marco legal

2.4.1 *Regulación ambiental y de residuos*

Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos (2015): Establece sanciones por incumplimiento de prácticas de reciclaje, aplicable al uso de materiales como cartón, papel y PET en briquetas.

Decreto Supremo N° 2887 (2016): Promueve el reciclaje de botellas PET grado alimentario, con mecanismos para incentivar su reutilización en procesos industriales y comunitarios.

Ley N° 300 Marco de la Madre Tierra (2012): Exige la protección de la biodiversidad y el uso sostenible de recursos, alineándose con la sustitución de leña nativa por briquetas.

2.4.2 Normativas energéticas y de biocombustibles

Ley N° 144 de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria (2011): Fomenta tecnologías limpias y sistemas de producción sostenible, respaldando la fabricación de biocombustibles como alternativa energética rural.

Reglamento de Generación Distribuida (2024): Permite a comunidades usar energías renovables descentralizadas, incluyendo biocombustibles sólidos como las briquetas, con compensación por excedentes inyectados a redes locales.

2.4.3 Marco forestal y de manejo de recursos

Ley Forestal N° 1700 (1996): Regula el aprovechamiento de residuos forestales (ej. aserrín) para evitar la deforestación, clave en la composición de las briquetas.

Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA): Exige estudios de impacto ambiental para proyectos productivos rurales, incluyendo la gestión de emisiones y residuos en la fabricación de briquetas.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Tipo de Investigación

La investigación es analítica y descriptiva, aprovechando los residuos para producir briquetas, con un fuerte componente participativo. Se orienta a la solución de problemas reales derivados del manejo inadecuado de residuos sólidos en zonas rurales, enmarcándose dentro de una metodología mixta que integra enfoques tanto cuantitativos como cualitativos. Esto permitirá, por un lado, validar la factibilidad técnica y económica de la producción de briquetas (mediante ensayos experimentales y mediciones estandarizadas) y, por otro, captar las percepciones y actitudes de la comunidad beneficiaria en relación a la adopción y sostenibilidad del proyecto.

3.1.2 Enfoque de Investigación

El estudio adopta un enfoque mixto:

Cuantitativo: Se recopilarán datos numéricos relativos a la producción de briquetas (rendimientos, propiedades físico-químicas, costos, poder calorífico, etc.) mediante ensayos experimentales y mediciones de laboratorio. Estos datos permitirán evaluar objetivamente la eficiencia del proceso y comparar resultados con estándares técnicos y normativos.

Cualitativo: Se explorarán las experiencias, percepciones y actitudes de la comunidad a través de entrevistas y grupos focales, focalizando temas como la gestión de residuos, la aceptación del cambio hacia una economía circular y la repercusión social y ambiental del proyecto. La combinación de ambos enfoques posibilitará un análisis multidimensional, en donde la evidencia empírica se enriquezca con las dimensiones subjetivas y experienciales de los actores involucrados.

3.1.3 Métodos:

El método **deductivo** utilizado parte del marco teórico y generalidades sobre gestión de residuos y producción de briquetas para luego aplicarlo al caso específico de la Comunidad Frontera. Se infiere que el proyecto parte de principios generales de economía circular, producción sostenible y energías limpias para deducir soluciones concretas al problema local detectado.

El método **analítico** se emplea al desglosar el proceso integral en etapas específicas: diagnóstico de residuos, diseño y producción de briquetas, evaluación físico-química, y análisis del impacto socioeconómico y ambiental. Se examinan variables concretas como composición de residuos, humedad, densidad y poder calorífico, así como la aceptación social y viabilidad técnica, permitiendo evaluar por partes para luego integrar en un resultado global.

La **población** objeto de estudio es la comunidad Frontera del municipio de Puerto Gonzalo Moreno, departamento de Pando. Se estima aproximadamente en 30 familias con 85 habitantes, quienes participarán en las actividades de recolección, producción y uso de briquetas.

El diseño de **muestra** es de tipo no probabilístico, por conveniencia y por criterio. Se seleccionan las familias y actores clave para la investigación según su accesibilidad, disposición a colaborar y relevancia en el proceso (por ejemplo, familias usuarias de leña, líderes comunitarios

y productores involucrados en manejo de residuos). Este muestreo garantiza que la información recabada sea representativa de los actores principales en la implementación del proyecto, sin pretender inferencia poblacional estadística, sino un análisis cualitativo y cuantitativo adecuado para la problemática específica.

En síntesis, el diseño metodológico integra razonamiento deductivo para aplicar teorías generales a un contexto particular, y análisis detallado de variables específicas mediante muestreo selectivo y técnicas mixtas, asegurando una evaluación integral y participativa del proyecto de producción de briquetas ecológicas en la comunidad Frontera.

3.1.4 Determinación del muestreo no probabilístico

El proyecto se realiza en la comunidad Frontera, un espacio rural con ciertas limitaciones de acceso y población definida. La investigación busca involucrar a los habitantes en el proceso productivo, conocer la disponibilidad de residuos sólidos, hábitos de consumo energético y percepción frente a las briquetas.

Dado que el interés está en obtener información representativa de los actores clave (familias, líderes comunitarios, productores), y no necesariamente representativa estadísticamente para hacer inferencias poblacionales, se utiliza un muestreo no probabilístico que permita seleccionar participantes con intención o criterio.

3.1.5 *Tipo comunes de muestreo no probabilístico aplicables*

- Muestreo por conveniencia: Se selecciona a los participantes que estén accesibles y dispuestos a colaborar.
- Muestreo por criterio (o intencional): Se eligen participantes que cumplan con ciertos criterios relevantes para el estudio (p. ej. familias que usan leña, o que producen ciertos residuos).

Objetivo del muestreo: Seleccionar a las familias y actores clave que participarán en la caracterización de residuos, en talleres de capacitación, y evaluación del uso de briquetas.

Población total estimada: 30 familias en la comunidad Frontera.

Tipo de muestreo a aplicar: Muestreo por criterio combinado con conveniencia.

Procedimiento:

1. Definir criterios de inclusión:

- Familias que utilizan leña para cocinar.
- Familias que están dispuestas a participar en el proyecto.
- Líderes comunitarios relacionados con gestión ambiental.
- Productores o personas con experiencia en manejo de residuos.

2. Selección inicial:

- Se realiza un listado de familias por medio de líderes comunitarios.
- Se contacta a 20 familias que cumplan con los criterios.

3. Acceso y disponibilidad:

- De las 20 familias contactadas, se seleccionan 15 que estén accesibles y dispuestas a participar activamente en entrevistas, encuestas y talleres.

3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.2.1 Técnicas:

Encuesta: La encuesta es una técnica cuantitativa que permitirá recolectar información estructurada sobre la percepción, conocimientos, prácticas y disposición de los habitantes de la comunidad Frontera respecto al manejo de residuos sólidos y el uso de combustibles alternativos como las briquetas.

Esta técnica facilitará la obtención de datos estadísticos acerca de la generación de residuos, hábitos de cocina, aceptación de las briquetas y disposición a cambiar prácticas tradicionales.

Entrevista: La entrevista, de carácter cualitativo, se aplicará a actores clave de la comunidad (líderes comunales, responsables de salud y educación, y familias seleccionadas).

Permitirá profundizar en las experiencias, motivaciones, barreras y expectativas relacionadas con la gestión de residuos y la adopción de briquetas como combustible alternativo.

Esta técnica es esencial para comprender los factores sociales, culturales y organizativos que pueden influir en la sostenibilidad del proyecto.

3.2.2 Observación Directa

La observación directa consiste en la supervisión y registro sistemático, planificado y estructurado de los procesos, comportamientos y condiciones ambientales relacionados con la producción de briquetas ecológicas. Esta técnica permite obtener datos cualitativos y cuantitativos sobre cómo se desarrollan las actividades en campo, identificar problemáticas, validar información y complementar otras técnicas como entrevistas o encuestas.

Observar y registrar de manera detallada el proceso productivo, la utilización de materiales y herramientas, la participación comunitaria, las condiciones ambientales, y el manejo de residuos y combustibles tradicionales para analizar la viabilidad técnica, social y ambiental del proyecto.

3.2.3 Ámbitos de observación

- Recolección y clasificación de materiales reciclables (cartón, papel, almendra, aserrín).
- Trituración y preparación de la mezcla.
- Uso y operación de la prensa manual.
- Secado de briquetas.
- Separación y manejo de residuos sólidos en la comunidad.
- Uso de leña tradicional y briquetas para cocinar.
- Participación y organización comunitaria durante la producción.
- Condiciones ambientales relacionadas (espacios donde se trabaja, almacenamiento).

3.2.4 *Instrumentos*

Cuestionario de encuesta: Instrumento estructurado con preguntas cerradas y algunas abiertas, diseñado para ser aplicado a una muestra representativa de la población adulta (18-65 años) de la comunidad.

El cuestionario incluirá secciones sobre:

- Datos sociodemográficos (edad, género, nivel educativo).
- Prácticas actuales de manejo de residuos.
- Tipos y cantidades de residuos generados.
- Fuentes de energía utilizadas para cocinar.
- Conocimiento y disposición para adoptar briquetas.
- Percepción sobre los beneficios ambientales, económicos y de salud de las briquetas.

3.2.5 *Guía de entrevista semiestructurada*

Instrumento flexible que orienta la conversación con líderes comunitarios y actores clave.

Contendrá preguntas abiertas sobre:

- Experiencias previas en gestión de residuos y energía.
- Opiniones sobre la problemática ambiental y energética local.
- Expectativas y sugerencias para la implementación del proyecto de briquetas.

- Identificación de posibles obstáculos y recomendaciones para la sostenibilidad y replicabilidad del modelo.

Se desarrollará un conjunto de instrumentos de recolección de datos, cada uno diseñado para captar dimensiones específicas del estudio.

3.2.6 *Cuestionario Estructurado*

Aproximadamente 16 preguntas, combinando ítems cerrados (escala Likert de 1 a 5 para valorar aspectos como la percepción sobre la gestión de residuos, aceptación de innovaciones tecnológicas y satisfacción con fuentes de energía) y abiertas (para recopilar opiniones y sugerencias).

Cada participante recibirá una breve explicación sobre el propósito del estudio y la importancia de sus respuestas.

La aplicación se realizará en formato presencial, con una duración aproximada de 20 a 30 minutos.

Tabla 3.

Guía de Observación para la Producción de Briquetas Ecológicas

Ítem a Observar	Descripción Detalles	Indicadores / Pautas	Registro (Ejemplos y notas)
1. Recolección y Clasificación de materiales	¿Cómo se recolectan los residuos? ¿Se realiza separación correcta?	Cantidad y tipo de materiales (cartón, papel, aserrín, etc.); métodos de recolección; participación familiar	Cantidad diaria recolectada; nivel de separación; dificultades observadas
2. Trituración de materiales	Manejo del molino o trituradora manual	Tamaño de partículas trituradas (2-5 mm); mantenimiento del equipo; tiempo empleado	Condiciones del equipo; observaciones sobre facilidad/dificultad
3. Preparación y mezclado	Proporciones de materiales y uso del aglutinante natural	Proporciones aplicadas (e.g., 50% aserrín, 30% cartón, 20% plástico); tipo y cantidad de aglutinante	Consistencia de la mezcla; problemas en la mezcla detectados
4. Operación de prensa manual	Uso de la prensa para compactar briquetas	Facilidad para compactar; uniformidad; presión aplicada; participación de la comunidad	Descripción de funcionamiento; visibilidad de fallas o mejoras
5. Secado de briquetas	Condiciones del secado (solar o techado)	Tiempo de secado (24-48 h); horarios; protección contra lluvia; humedad final estimada	Nota sobre condiciones climáticas; observación de grietas o deformaciones
6. Manejo de residuos durante el proceso	Limpieza y orden en el área de trabajo	Existencia de residuos fuera de lugar; métodos para evitar contaminación	Descripción del orden o desorden observados en el lugar
7. Uso de briquetas y leña en la comunidad	Observación de cocinas y hábitos energéticos	Uso efectivo de briquetas; comparación con leña; presencia de humo	Notas sobre aceptación, dificultades o preferencias
8. Participación comunitaria	Grado y forma de participación en cada etapa	Número de personas involucradas; roles; colaboración espontánea	Descripción cualitativa de la dinámica social observada
9. Condiciones ambientales del lugar de producción	Espacio físico, ventilación, iluminación y accesibilidad	Condiciones adecuadas para la producción y almacenamiento	Análisis del entorno; identificación de riesgos potenciales
10. Aspectos de salud y seguridad	Uso de indumentaria adecuada, ergonomía y prevención de riesgos	Uso de guantes, mascarillas; postura de los trabajadores	Observaciones sobre medidas de seguridad y bienestar

Nota: la guía ayudara tomar y recolectar informacion de manera directa del entorno.

Instrucciones para el observador

- Realizar observaciones en diferentes momentos del proceso para captar variaciones (mañana, tarde).
- Ser discreto para no interferir con las actividades.
- Registrar tanto aspectos objetivos (cantidades, tiempos) como cualitativos (reacciones, ambiente).
- Utilizar la guía para anotar datos sistemáticamente, y añadir comentarios libres donde se detecten aspectos relevantes no contemplados en la guía.
- Complementar la observación con fotografías y/o videos cuando sea posible (previa autorización)

CAPITULO IV. MARCO CONTEXTUAL.

4.1 Marco Contextual del Proyecto

El proyecto de producción de briquetas ecológicas en la Comunidad Frontera del municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Pando, se enmarca en una problemática ambiental, social y económica que afecta a muchas zonas rurales de la Amazonía boliviana. Esta iniciativa surge como respuesta a la acumulación de residuos sólidos reciclables y la dependencia de combustibles tradicionales como la leña, que generan impactos negativos en la salud, el medio ambiente y la economía local.

4.1.1 Contexto Ambiental

La comunidad enfrenta una “acumulación descontrolada de residuos sólidos reciclables como cartón, papel, y plásticos, sin sistemas adecuados para su gestión” y una fuerte “dependencia de la leña tradicional para cocinar” que “ejerce una presión creciente sobre los bosques locales”.

Esta situación contribuye a la deforestación, la contaminación de suelos y fuentes hídricas, y la emisión de gases contaminantes.

El proyecto propone una solución integral mediante la producción de briquetas, que permite “reducir el consumo de leña en un 40%”, conservar los bosques y disminuir la contaminación atmosférica.

4.1.2 Contexto Social

La salud pública está comprometida por la exposición al humo de la leña, lo que genera “enfermedades respiratorias” en la población. El documento señala que “solo el 30% de la población utiliza gas licuado de petróleo (GLP) para cocinar, mientras que el restante 70% depende de leña u otros combustibles tradicionales”.

La propuesta incluye la participación activa de la comunidad en todas las etapas del proyecto, desde la recolección de residuos hasta la producción y uso de briquetas, lo que fortalece la organización comunitaria y promueve la capacitación técnica. Se destaca que “la fabricación de briquetas puede disminuir los costos energéticos familiares y fortalecer la economía local mediante la generación de nuevas oportunidades productivas”.

4.1.3 Contexto Técnico y Económico

El proyecto utiliza tecnología apropiada, accesible y de bajo costo, como prensas manuales construidas con materiales reciclados. El proceso técnico incluye “recolectar y triturar materiales reciclables hasta partículas de 2-5 mm, mezclando porcentajes específicos (por ejemplo, 50% aserrín, 30% cartón, 20% plásticos) con un aglutinante natural como cera de soya o almidón”.

Además, se plantea un modelo de economía circular, en el que “los residuos locales se transforman en energía, reduciendo la dependencia de leña nativa y evitando la quema a cielo

abierto”. Este enfoque permite aprovechar recursos subutilizados y generar valor económico a partir de residuos.

4.1.4 Contexto Legal y Normativo

El proyecto se alinea con leyes nacionales como la Ley N° 300 Marco de la Madre Tierra, la Ley N° 144 de Revolución Productiva y la Ley N° 071 de Derechos de la Madre Tierra, que respaldan la sostenibilidad ambiental, la inclusión social y el desarrollo económico local.

Análisis Integrado: El proyecto representa una respuesta innovadora y contextualizada a los desafíos ambientales y energéticos de la comunidad Frontera. Al integrar dimensiones técnicas, sociales, económicas y legales, se convierte en un modelo replicable para otras zonas rurales amazónicas.

La producción de briquetas no solo mejora la gestión de residuos y reduce la presión sobre los recursos forestales, sino que también empodera a la comunidad, mejora la salud pública y promueve la resiliencia económica. Como se afirma en el documento, “la producción de briquetas a partir de residuos reciclables es una solución viable, rentable y socialmente aceptada que transforma un problema ambiental y energético en una oportunidad de desarrollo sostenible”

CAPITULO V. DIAGNOSTICO.

5.1 Diagnóstico

La comunidad Frontera, ubicada en el municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Pando, enfrenta una serie de desafíos ambientales, energéticos y sociales característicos de las zonas rurales amazónicas. Con una población de aproximadamente 85 habitantes distribuidos en 25 familias a lo largo de la ribera del río Iténez, su acceso se ve dificultado por caminos de tierra que, durante la temporada de lluvias, complican el transporte de insumos y cosechas. Aunque existe

una estructura comunal incipiente con comités de salud y educación, no hay comités formales dedicados a la gestión de residuos o energía, lo que limita la capacidad organizativa para abordar problemas ambientales y energéticos.

En lo referente al abastecimiento energético, el 70% de los hogares utiliza leña nativa para cocinar y calentar agua, mientras que solo un 30% de la población accede ocasionalmente al gas licuado de petróleo (GLP), debido a su alto costo y limitada disponibilidad. La infraestructura de cocción es rudimentaria, con fogones de ladrillo sin chimenea, lo que concentra el humo en espacios cerrados y contribuye a una elevada incidencia de enfermedades respiratorias, afectando principalmente a niños pequeños y ancianos.

En este contexto, la comunidad Frontera presenta un manejo de residuos disperso y contaminante, una alta dependencia de la leña con graves consecuencias para la salud y la cobertura forestal, y capacidades técnicas y organizativas insuficientes para abordar estos desafíos. La ausencia de cadenas de valorización para residuos como cartón, papel o biomasa, así como la falta de un mercado local de briquetas, representan oportunidades perdidas para el desarrollo económico y ambiental de la comunidad.

Frente a esta problemática, surge la propuesta de introducir la producción de briquetas ecológicas como alternativa sostenible. Las briquetas, elaboradas a partir de materiales reciclables como cartón, papel y aserrín, ofrecen una solución integral para reducir la acumulación de residuos y disminuir la dependencia de combustibles tradicionales. Esta alternativa no solo permite aprovechar materiales subutilizados y reducir la presión sobre los recursos forestales, sino que también contribuye a mejorar la calidad del aire y la salud pública, disminuir los costos energéticos familiares y fortalecer la economía local mediante la generación de nuevas oportunidades productivas.

La producción de briquetas es técnicamente viable, económicamente rentable y socialmente aceptada, y su implementación puede transformar una problemática ambiental y energética en una oportunidad de desarrollo sostenible. Además, las briquetas presentan ventajas significativas en situaciones climáticas adversas, ya que, a diferencia de la leña convencional, mantienen una combustión eficiente incluso en ambientes húmedos, garantizando la continuidad de la cocción en los hogares, incluso durante la temporada de lluvias. La participación comunitaria y el uso de tecnología apropiada son pilares fundamentales para el éxito del proyecto, asegurando su sostenibilidad y la posibilidad de replicarlo en otras comunidades rurales con desafíos similares.

En síntesis, la introducción de briquetas como fuente de energía limpia y sostenible en la comunidad Frontera representa una estrategia innovadora para mejorar la gestión de residuos, reducir la dependencia de la leña y del gas licuado, proteger el entorno natural y promover el desarrollo económico y social, alineándose con los principios de sostenibilidad y resiliencia rural.

CAPITULO VI. DETERMINACIÓN DE MODELOS, ANÁLISIS DE MODELOS: REAL E IDEAL

6.1 Modelo real

En la comunidad Frontera, la gestión de residuos sólidos y el abastecimiento energético reflejan una realidad marcada por la precariedad estructural y la dependencia de recursos tradicionales. Actualmente, no existe un sistema formal de recolección de residuos; los desechos como cartón, papel, plásticos, cascaras de almendras y aserrín se acumulan en vertederos informales dispersos por el poblado, sin ningún tipo de control sanitario ni ambiental. La separación y clasificación de estos materiales es manual, puntual y depende de campañas esporádicas de sensibilización, lo que limita la eficiencia del proceso y perpetúa prácticas inadecuadas. Como resultado, la acumulación indiscriminada de residuos genera contaminación

de suelos y cuerpos de agua cercanos, incrementando la proliferación de vectores y afectando la salud pública.

En cuanto al abastecimiento energético, la comunidad depende casi exclusivamente de la leña nativa recolectada en los bosques circundantes, que constituye la principal fuente de energía para cocinar y calentar agua. El uso de gas licuado de petróleo (GLP) o gasolina es residual y está restringido a ocasiones especiales, debido a su elevado costo y a la limitada disponibilidad de estos combustibles en la zona. Esta situación obliga a las familias a invertir tiempo y recursos significativos hasta un 20–30% del presupuesto familiar.

El impacto social y económico de este modelo es considerable. Por un lado, la dependencia de la leña y el GLP implica un gasto recurrente y creciente para las familias, Por otro lado, la comunidad no ha desarrollado mecanismos para valorizar los residuos sólidos generados; no existen canales de comercialización ni iniciativas de agregado de valor, lo que representa una oportunidad perdida para diversificar la economía local y mejorar la calidad de vida.

Desde el punto de vista técnico y organizativo, la infraestructura disponible es mínima y rudimentaria. Las familias cuentan únicamente con molinos artesanales y hornos de leña tradicionales, careciendo de prensas o equipos de compactación que permitan transformar los residuos en biocombustibles sólidos como las briquetas. El conocimiento técnico sobre procesos de briquetado es escaso; las pruebas realizadas en la comunidad han sido aisladas, sin control de parámetros ni sistematización de resultados. Además, la organización comunitaria es incipiente: si bien existen comités de salud y educación, no se han conformado instancias dedicadas a la gestión de residuos o energía, y la corresponsabilidad en estos temas aún no está consolidada. La falta de articulación con instituciones municipales o de apoyo externo limita el acceso a financiamiento, asistencia técnica y capacitación.

En síntesis, el modelo real de la comunidad Frontera se caracteriza por una gestión de residuos dispersa y contaminante, una alta dependencia de la leña forestal nativa y un uso marginal del gas licuado, ambos con importantes repercusiones económicas, ambientales y en la salud de la población. La ausencia de infraestructura adecuada, conocimientos técnicos y organización comunitaria para la gestión de residuos y la producción de energía alternativa perpetúa un ciclo de vulnerabilidad y desaprovechamiento de recursos. Este diagnóstico evidencia la urgencia de implementar soluciones integrales y sostenibles, como la producción de briquetas a partir de materiales reciclables, que permitan reducir la presión sobre los bosques, mejorar la calidad del aire y transformar los residuos en una oportunidad de desarrollo local.

6.2 Modelo Ideal

En el modelo ideal, la comunidad Frontera logra una transformación integral en la gestión de residuos sólidos y el abastecimiento energético, superando la precariedad estructural y la dependencia de recursos tradicionales. Se implementa un sistema formal y eficiente de recolección y gestión de residuos, donde el 100% de las familias participa activamente en la separación en origen de materiales reciclables como cartón, papel, plásticos, cascaras de almendra y aserrín. Los residuos son depositados en contenedores diferenciados y recolectados periódicamente mediante un sistema puerta a puerta, eliminando los vertederos informales y garantizando un control sanitario y ambiental adecuado.

La comunidad cuenta con centros de acopio y plantas de pretratamiento donde los residuos son lavados, triturados y secados con tecnología apropiada, asegurando la homogeneidad y calidad de la materia prima para la producción de briquetas. El proceso de fabricación de briquetas se realiza con prensas manuales e hidráulicas comunitarias, siguiendo protocolos estandarizados y controles de calidad que garantizan un producto eficiente, seguro y competitivo. La producción de

briquetas se convierte en una actividad central, generando empleo local y permitiendo la comercialización del excedente en comunidades vecinas.

En el ámbito energético, el 80% de los hogares utiliza briquetas como principal fuente de energía para cocinar y calentar agua, reduciendo en al menos un 60% la dependencia de la leña nativa y relegando el uso de gas licuado a situaciones excepcionales. Esta transición energética disminuye significativamente la presión sobre los bosques, mejora la calidad del aire interior y reduce la incidencia de enfermedades respiratorias, especialmente en niños y adultos mayores.

El impacto social y económico es notable: las familias experimentan un ahorro sustancial en gastos energéticos y de salud, mientras que la valorización de los residuos sólidos genera nuevas oportunidades de ingreso y diversificación económica. La comunidad desarrolla capacidades técnicas y organizativas sólidas, con comités especializados en gestión de residuos y energía, y mantiene alianzas estratégicas con instituciones municipales, ONGs y programas estatales para acceder a financiamiento, asistencia técnica y capacitación continua.

La gobernanza comunitaria se fortalece mediante la corresponsabilidad y la participación activa de todos los actores locales, consolidando un modelo de economía circular y desarrollo sostenible. El sistema es replicable y adaptable a otras comunidades rurales, contribuyendo a la resiliencia ambiental, la autonomía energética y la mejora sostenida de la calidad de vida en la región.

CAPITULO VII. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS- **Discusión y análisis.**

7.1 Resultados Obtenidos

7.1.1 Socialización

Reuniones comunitarias para explicar objetivos y beneficios del proyecto.

La sociabilización se realizó en una reunión comunitaria el día sábado 23 de agosto donde se encontraban una significativa cantidad de miembros de la comunidad, en el cual se les informo sobre el proyecto hacia familias que usen gas o leña así como la predisposición de tiempo por parte de familias para recabar datos. El material de difusión que se usó en la sociabilización es un folleto (anexo – materiales de socialización).

7.1.2 Participación activa de familias interesadas.

En la sociabilización se realizó una lista de los miembros de la comunidad que desean participar con los participantes, así como la encuesta realizada a los mismos. Con una participación inicial de 16 participantes encuestadas

7.2 Encuesta

Aplicación de cuestionarios para conocer hábitos de consumo energético. Se realizó un cuestionario de 16 preguntas en el cual se busca recabar la siguiente información:

7.2.1 Análisis de la Encuesta

Datos Sociodemográficos: Se recolectan datos básicos para contextualizar a los participantes, tales como tamaño familiar y nivel educativo.

Manejo y Generación de Residuos Sólidos: Esta sección indaga sobre los tipos de residuos generados en el hogar y las prácticas de reciclaje, lo cual es fundamental para entender la

disponibilidad de materia prima para la producción de briquetas y la conciencia ambiental de la comunidad.

Uso de Combustibles para Cocina: Se obtienen datos sobre el combustible principal utilizado en los hogares y los problemas relacionados con el uso de leña natural, especialmente los efectos negativos del humo.

Percepción y Disposición hacia la Producción de Briquetas: Evalúa el conocimiento, aceptación y disposición de la comunidad para participar en la producción y uso de briquetas, mostrando el nivel de apropiación comunitaria potencial del proyecto.

Impacto Socioeconómico y Ambiental Percibido: Recoge opiniones sobre los posibles beneficios económicos, como ahorro en combustible, y de salud ambiental, como la mejora de la calidad del aire y reducción de enfermedades respiratorias, así como beneficios esperados para la familia y comunidad.

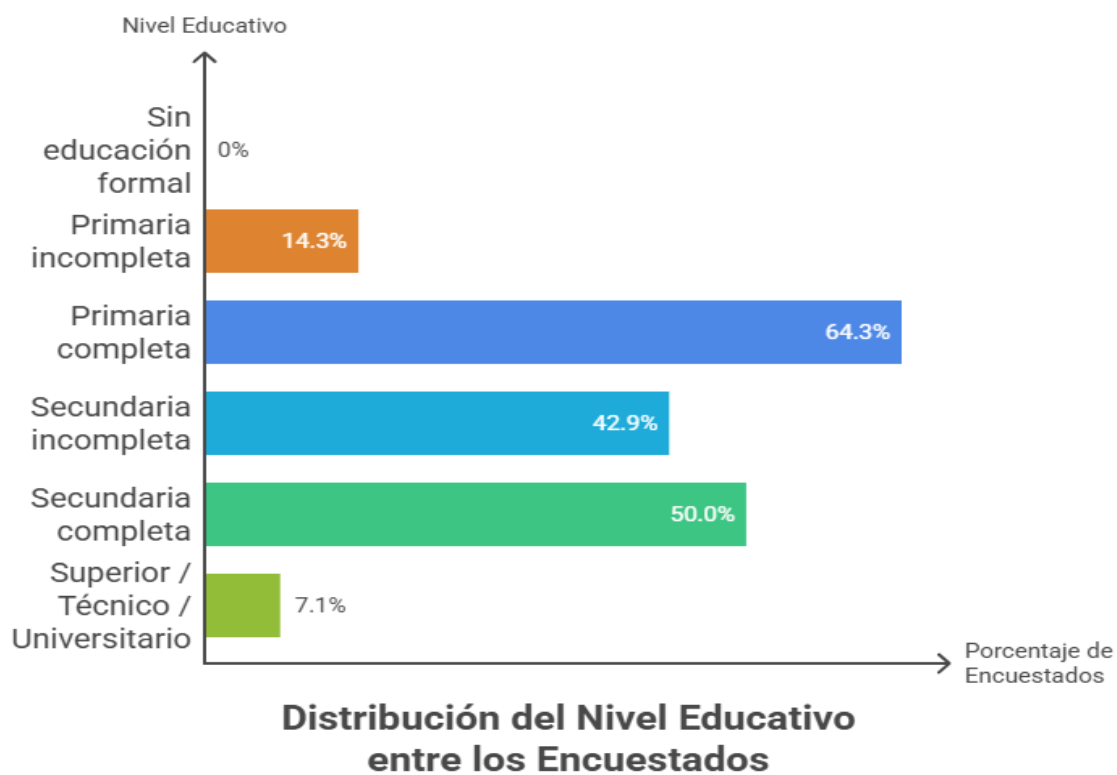
7.2.2 Enfoque General

La encuesta está orientada a evaluar el contexto social, ambiental y económico que rodea la generación de residuos reciclables y el uso de combustibles, para luego medir la aceptación y potencial impacto que podría tener la producción y uso de briquetas ecológicas en dicha comunidad.

7.3 Resultados de encuestas realizadas

Figura 2.

Distribución del nivel educativo



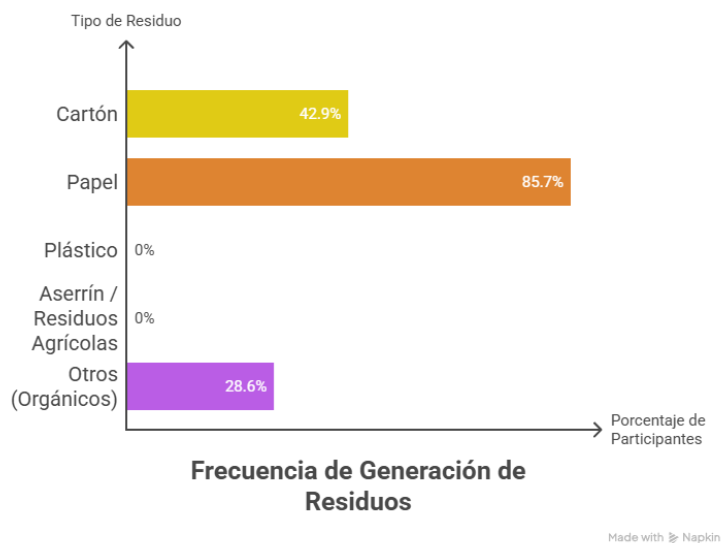
Made with  Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

7.3.1 Sección 2: Manejo y Generación de Residuos Sólidos

Figura 3.

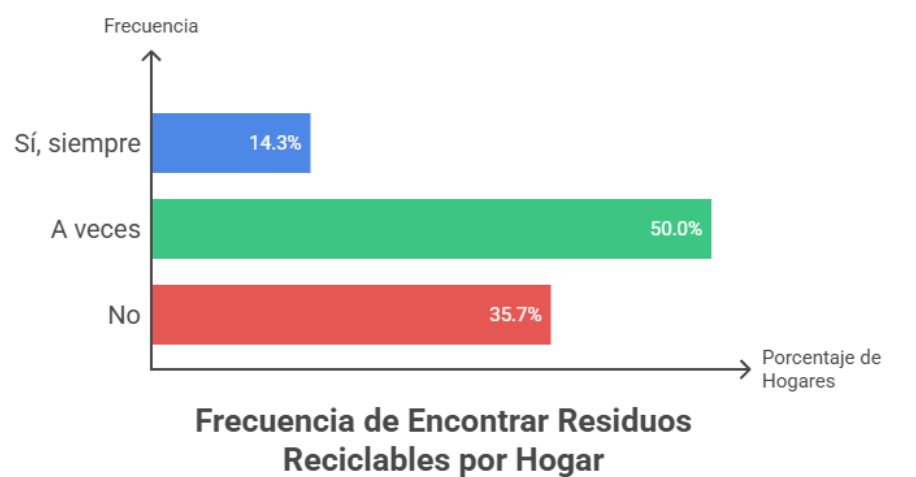
Frecuencia de generación de residuos



Fuente propia: elaborado en Napkin IA

Figura 4.

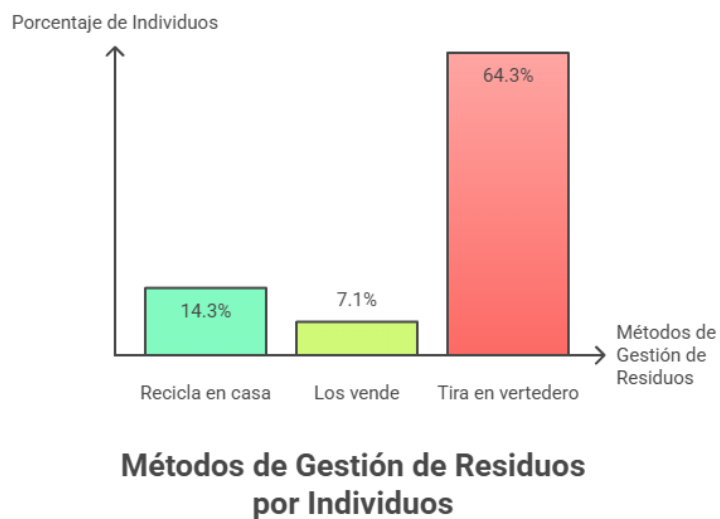
Actualmente separa los residuos reciclables



Fuente propia: elaborado en Napkin IA

Figura 5.

¿Qué hace con los residuos reciclables?

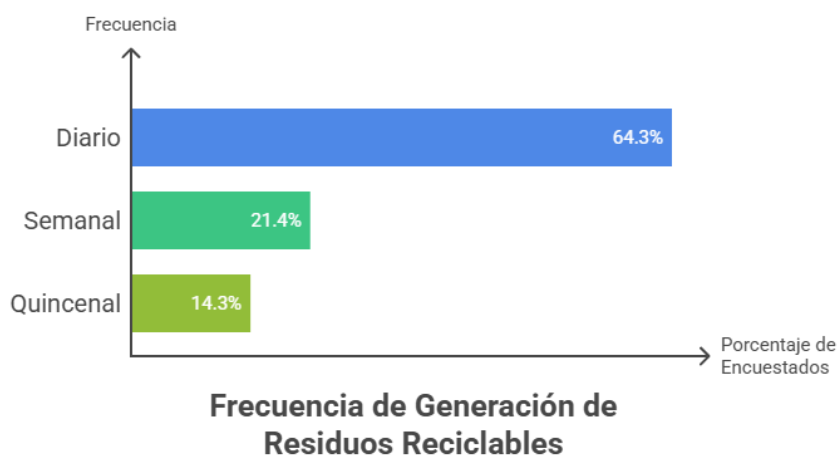


Made with Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

Figura 6.

¿Con qué frecuencia se generan residuos reciclables en su hogar?



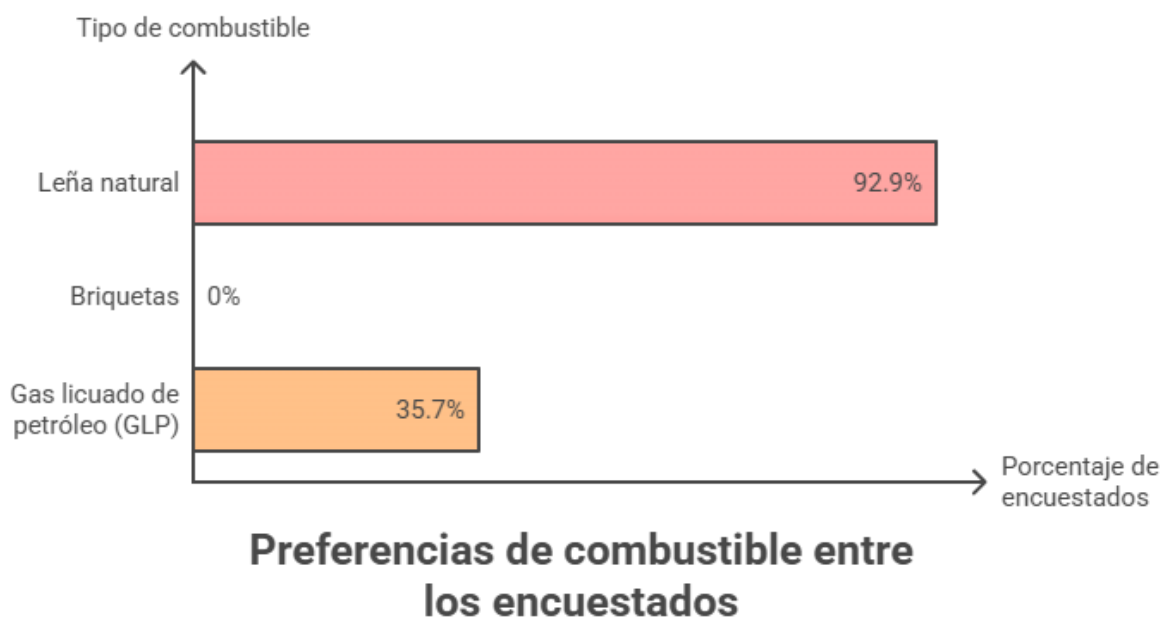
Made with Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

7.4 Sección 3: Uso de Combustibles para Cocina

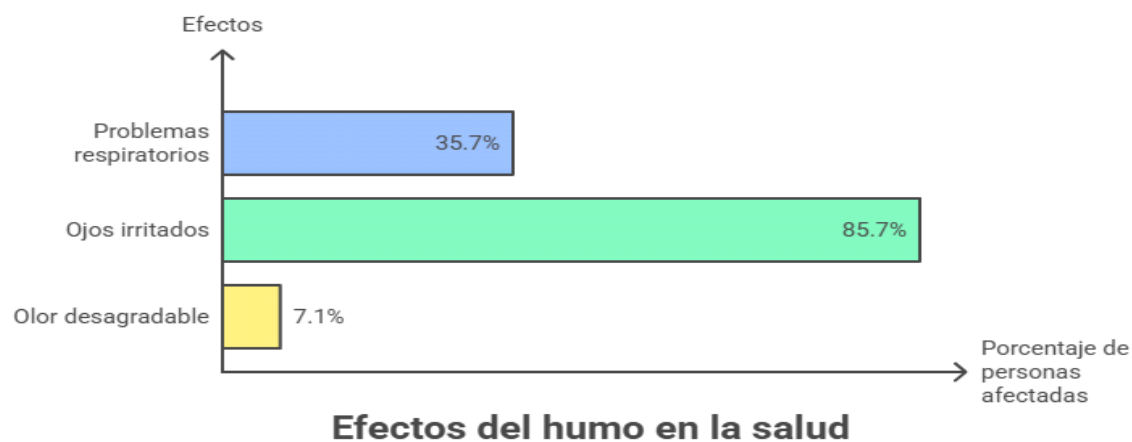
Figura 7.

¿Cuál es el combustible principal que usa para cocinar?

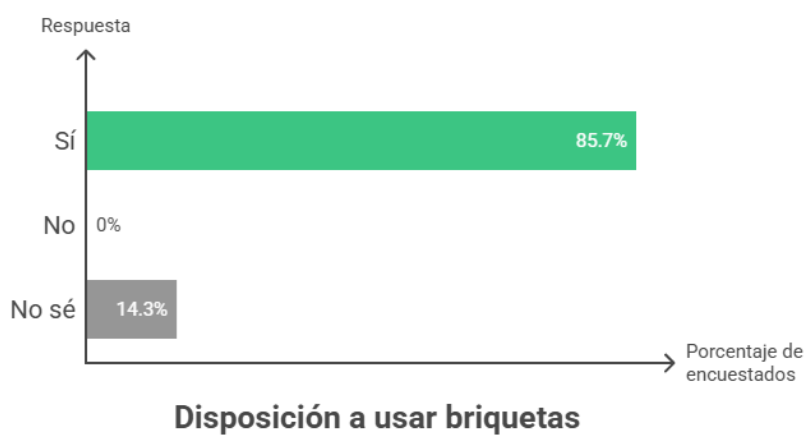


Made with  Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

Figura 8.*Efecto del humo en la salud*Made with  Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

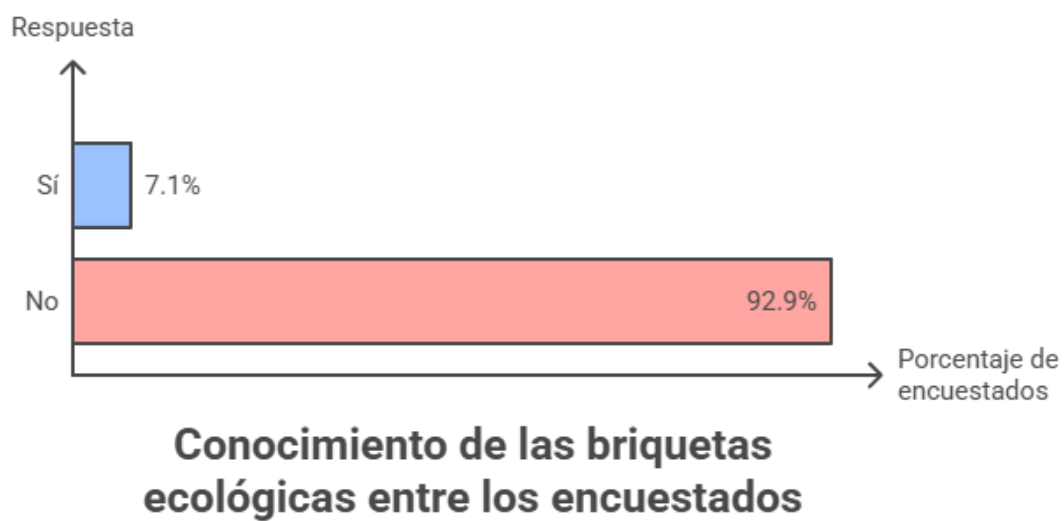
Figura 9.*Disposición a usar briquetas*Made with  Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

7.5 Sección 4: Percepción y Disposición hacia la Producción de Briquetas

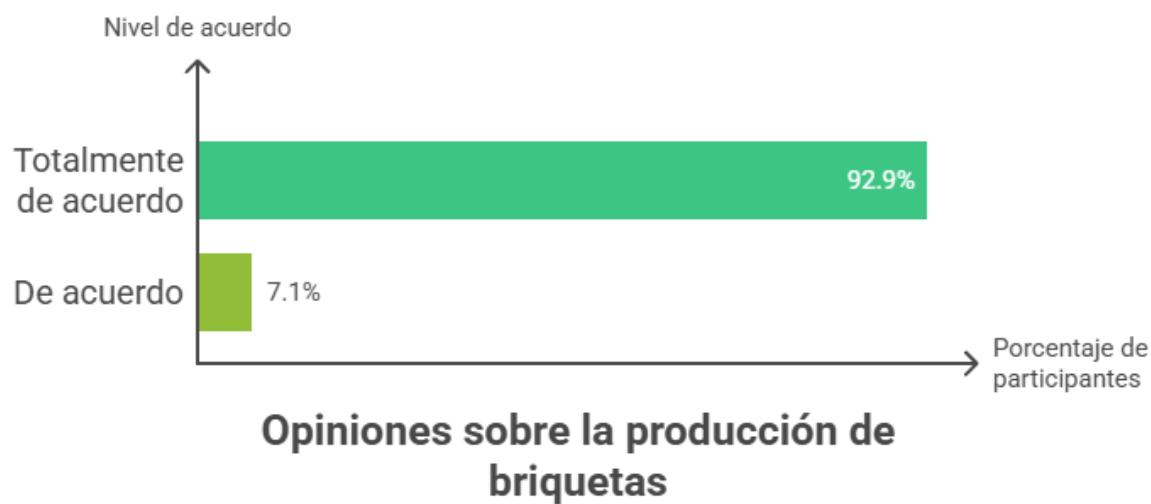
Figura 10.

¿Conoce qué son las briquetas ecológicas?



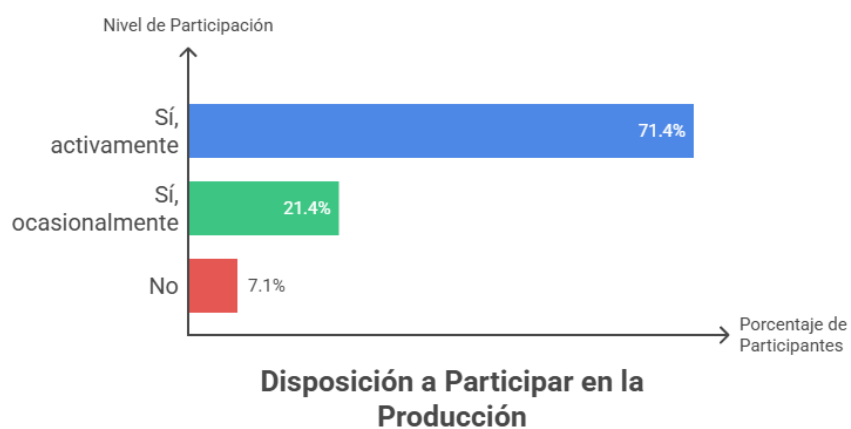
Made with  Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

Figura 11.*Opiniones sobre el uso de briquetas*

Made with Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

Figura 12.*¿Estaría dispuesto/a a participar en la producción de briquetas?*

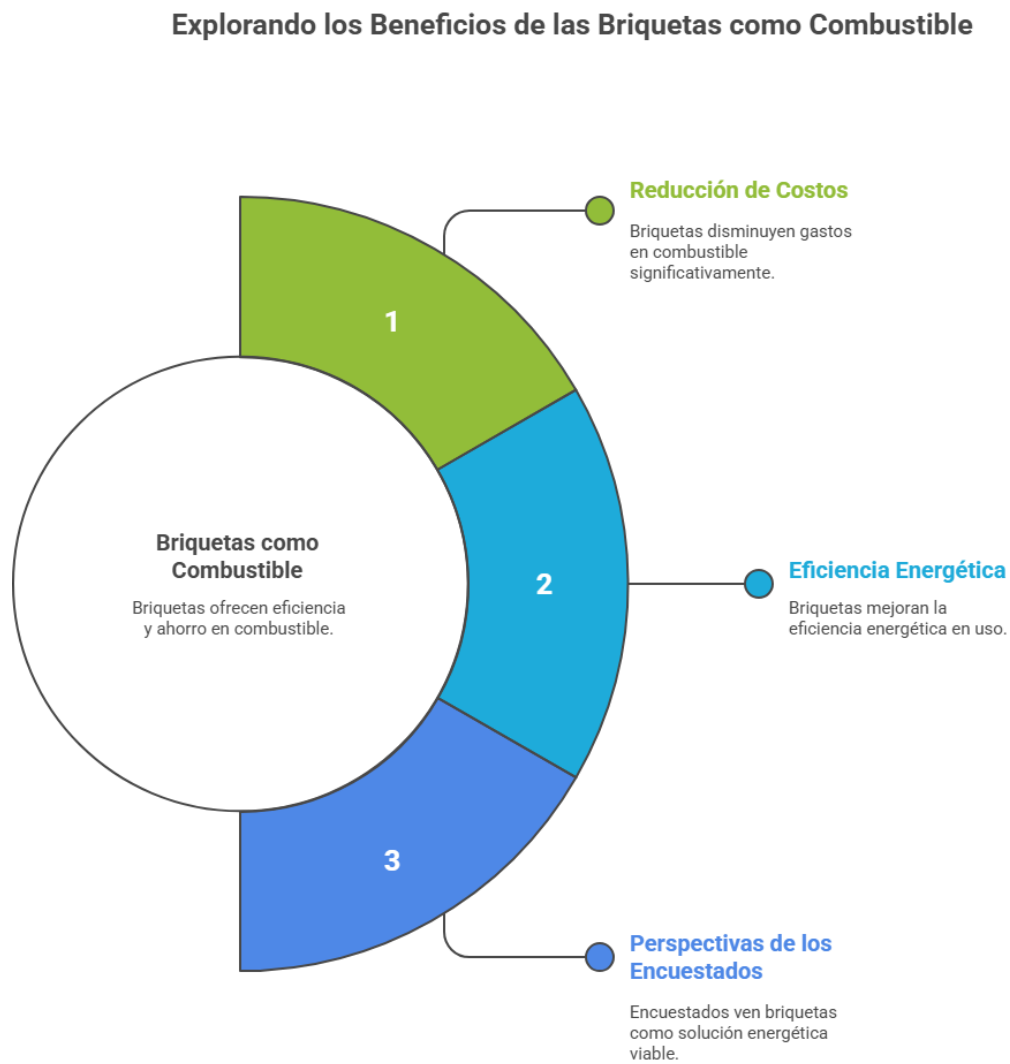
Made with Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

7.6 Sección 5: Impacto Socioeconómico y Ambiental Percibido

Figura 13.

Beneficios de las briquetas

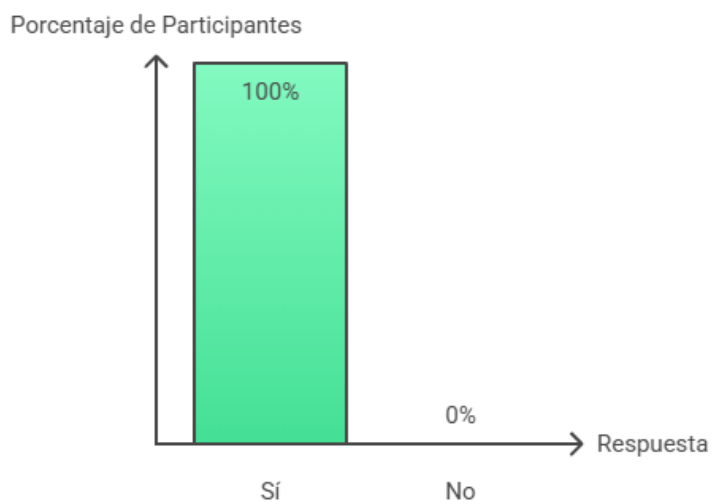


Made with  Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

Figura 14.

La briqueta podría mejorar la calidad del aire en su hogar



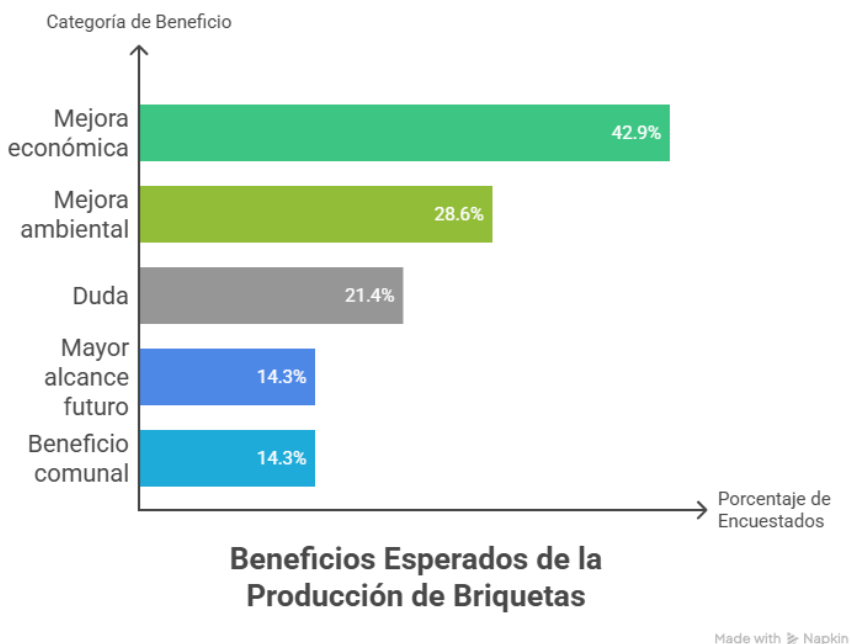
Resultados de la Encuesta sobre el Uso de Briquetas

Made with  Napkin

Fuente propia: elaborado en Napkin IA

Figura 15.

Beneficios que traiga la producción y uso de briquetas



Fuente propia: elaborado en Napkin IA

7.7 Organización

Se realizó una reunión donde se coordinó y planificó. En la segunda socialización se organizaron y se coordinaron temas importantes como ser: gestión y acopio de residuos, coordinación de fabricación y entrega de cocinas, capacitación para el uso y producción de briquetas, así como el seguimiento del uso de briquetas (anexo B.-herramientas de socialización).

En la organización se entrevistó a cabezas de familias donde se pudo evidenciar y afirmar que si se pueden obtener estos materiales en la comunidad. Siendo el plástico uno de los más grandes generados en la comunidad. La participación comunitaria por falta de disponibilidad y temas logísticos no se pudo hacer la recolección de estos materiales ya que la producción de

briquetas sería demasiado elevada. Quedando de acuerdo con la comunidad de envés de hacer estos procedimientos para aprender el simultáneamente el proceso de elaboración de briquetas. Se realizó una capacitación que incluye y se menciona todo el proceso de producción y los costos.

7.8 Establecimiento de cronogramas de actividades.

se estableció fechas como la capacitación el 4 de octubre y entrega de las cocinas el 12 de octubre.

7.9 Ubicación de la Materia Prima

7.9.1 Identificación de fuentes de biomasa (aserrín, cáscaras, residuos como el carton).

El aserrín se puede acopiar y recolectar en aserraderos y carpinterías.

La cascaras de almendra y/o almendra molida se puede conseguir en plantas procesadoras de almendra

El carton se puede obtener en gran cantidad en tiendas grandes como: almacenes y tiendas de abarrotes especializados en los siguientes productos (pollos, lácteos, galletas y verduras) ya que son que generan mayor cantidad de residuos de cartones

7.9.2 Evaluación de disponibilidad, accesibilidad y costos de transporte.

El transporte varía mucho, ya que se puede recolectar incluso en motorizados y demás vehículos, los costos varían dependiendo al alcance de cada uno se recomienda el uso de motocar por su capacidad movilidad y desplazamiento rápido en zonas con alto tráfico como son las zonas céntricas del “mercado los abastos” así como su bajo costo de combustible.

7.9.3 Selección de puntos estratégicos de acopio.

Los puntos estratégicos en los cuales comúnmente se han acopiado estos residuos son:

Aserradero: paio

Procesadora de almendra: Eva

Tienda de abarrotes con el nombre común o más conocido como (doña Luisa)

7.10 Compra de Material, Equipos e Infraestructura

7.10.1 fabricación de prensa manuales o hidráulicas.

La fabricación de la prensa manual fue de manera independiente y a la comodidad con con perfiles galvanizados y dos gatos hidráulicos con pequeñas planchas de acero de 2 milímetros como soporte del gato hidráulico y ligas para el retroceso automático al momento que el gato hidráulico deje de hacer presión.

7.10.2 Elaboración de moldes metálicos y herramientas básicas.

Se utilizaron planchas de acero reciclado de un depósito de chátara y las herramientas como ser amoladora taladro y arco eléctrico (para soldar materiales metálicos), ya se contaba con los mismos, así como las demás herramientas como martillos alicates y demás)

7.10.3 Habilitación de un espacio físico para la producción.

El espacio utilizado fue de 4bm de ancho por 4,5 m de largo con una altura de 4 metros en el cual se puso una mesa permanente de madera y un lugar permanente de secado o depósito de materiales de otros tipos. Con la prensa en una esquina con un soporte de dos postes de madera.

7.11 Fabricación de Moldes y Prensa

7.11.1 Diseño de moldes adaptados a la materia prima disponible.

La prensa fue fabricada con las medidas de 1.07 m de alto por 0.61 m de ancho teniendo como marco dos perfiles soldados para un mayor rendimiento ante la fuerza del gato hidráulico haciendo que este sea resistente. Así como las barras de 44 cm de altura y planchas de 3 mm que junto al molde están hechas de planchas de 1 mm en adelante para evitar que se doblen referencia de imagen (anexo - fabricación de prensa y moldes).

Cada molde de briqueta se realizó con las siguientes dimensiones 5,5 cm de ancho por 24 cm de largo haciendo cuatro moldes de 24,5 cm de largo y 23,5 de ancho y de alto 21 cm.

7.11.2 Construcción local con apoyo de herreros y técnicos.

El corte de los materiales y soldado y demás procesos al momento durante su construcción fue realizado por la persona de nombre y profesión: John victor Mamani Quispe (profesión y experiencia mecánico y chapista).

7.11.3 Pruebas iniciales de resistencia y durabilidad.

Al momento del ensamblado de las partes se hizo pruebas de resistencia las cuales supero las expectativas siendo bastante resistente soportando las fuerzas del gato hidráulico la cual cuenta con 15 mega pascales de presión y una fuerza de 5 toneladas. (anexo – fabricación de prensa - molde).

7.12 Producción de Briquetas

7.12.1 Procesamiento de materia prima (secado, triturado, mezclado).

Preparación de materiales - producción de briquetas, la preparación del almidón debe realizarse de la siguiente manera: una vez pesado el almidón (cantidad utilizada 500 g para 5 kilos)

se la diluye en agua fría - natural, para luego en una olla con agua caliente (que esté en el punto de ebullición) verter el almidón diluido y batir hasta tener una masa semi cristalina y pegajosa.

La preparación del cartón: el cartón tiene que ser desmenuzado en en partes pequeñas para su fácil procesado para su remojo y posterior triturado, el remojo del material tiene un periodo de 2 a 3 días para su fácil triturado, y ya una vez remojado y triturado de realiza su pesaje en el cual se le debe sacar toda el agua posible para tener asegurada la cantidad fija y no tener variaciones (anexo - preparación de materiales).

El pesaje de los materiales - composición para la preparación de 5 kilos de material está distribuida de la siguiente manera: 50 % aserrín (2500 g) 25 % cartón (1250 g) 15 % cáscara de almendra (750 g) y 10 % de almidón (500 g) una vez pesado se pasa todo a un bañador plástico para ser mezclado primeramente con una Bara de madera (para una mejor mezcla y facilitar el trabajo del taladro) seguida del taladro con las aspas de aluminio mezclar de manera circular y a su vez de arriba hacia abajo para conseguir una mezcla homogénea.

Una vez mezclado se preparan las planchas y moldes para luego rellenar los moldes con el material de briqueta (cómo cantidad fija se utilizó un envase plástico el cuál cada uno de ese envase lleno es una briquetas que equivale a 350 g aproximados) una vez llena las 4 primeras celdas en el molde de proceder a poner una planchas de metal para poder volver a rellenar con 4 veces más y así obtener 8 briquetas por molde (el molde tiene capacidad hasta 12 briquetas pero se recomienda usar el 8 para facilitar el proceso de prensado. Una vez lleno los moldes se pasa a la prensa en la cual se alinea las celdas-molde con las barras y planchas de compactación una vez alineado se aumenta 5,5 cm para sustituir el vacío que deja las 4 briquetas faltantes no rellenas. Se prepara el gato hidráulico para su posterior prensado, una vez prensado, sale el líquido semi viscoso el cual debe ser limpiado para evitar que se vuelva a filtrar a la briqueta una vez limpiando, se pone y

tensa la cuerda que hará que la celda suba y se puede sacar las briquetas del molde con ayuda del segundo gato hidráulico. Posteriormente se saca los primeros 4 para su traslado al secado y luego los otros cuatro (se recomienda usar planchas finas para sujetar las briquetas y evitar que se rompa al momento del traslado para el secado) referencia (anexo- proceso de prensado).

En el proceso de secado se tiene que voltear cada Medio día para tener un secado uniforme. Para verificar los parámetros de humedad en el cual una briqueta se rompe y se verifica la humedad que tiene en el centro (la briqueta puede ser utilizada con hasta 10 % o más, pero no se recomienda por el mayor humo que genera al momento de la combustión). También se puede medir la humedad por peso haciéndola medición de las briquetas cada día, el cual inicia con 350 g por briqueta perdiendo hasta 50 g por briqueta en el proceso de secado perdiendo hasta un 15 % de su masa.

7.12.2 Elaboración de briquetas con diferentes proporciones de aglutinantes.

La proporción adecuada de aglutinante en este caso el almidón como mínimo de debería utilizar 100g por kilo haciendo este que los materiales al momento del secado sean consistentes, se puede poner más de especificado ya que aumenta el rendimiento al momento de la compactación, pero el gasto de material innecesario es algo importante al momento de producir cantidades grande de material.

7.12.3 Registro de cantidades producidas y tiempos de fabricación.

Se pueden producir 5 kilos por hora entre dos personas, también esto depende mucho de la preparación y medición de los materiales. Uno de las complicaciones más observadas es la preparación de almidón con mayor tiempo ya que se tarda en hervir el agua y diluir el mismo.

7.13 Verificación de Rendimiento

7.13.1 Medición de calor generado, tiempo de cocción y emisión de humo.

En las Pruebas de rendimiento de tiene y emisión de residuos de calculo que 3 briquetas en su mejor condición tienen una duración de 30 minutos de fuego en los cuales puede alcanzar temperaturas de 450 °C la briqueta haciendo hervir el agua en 7 minutos aproximados dejando el resto a las preparaciones de los demás alimentos. Se estima que 10 briquetas sería más que suficiente para cocinar para una cantidad considerable de personas.

En la emisión de humo es menor al encendido de la leña tradicional siempre y cuando la briqueta utilice un material inflamable como iniciador de combustión como el alcohol.

7.13.2 Determinación del potencial calorífico

La determinación del potencial calorífico de desarrolla de la siguiente forma y con los siguientes datos que establecen parámetros de medición.

Procedimiento para cálculo del potencial calorífico de la briqueta

Datos proporcionados:

- Masa del agua, $m_{agua} = 1 \text{ kg}$
- Capacidad calorífica específica, $c_p = 4.18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$
- Temperatura inicial, $T_{inicial} = 27^\circ\text{C}$
- Temperatura final, $T_{final} = 100^\circ\text{C}$
- Masa inicial de la briqueta, $m_{briqueta_inicial} = 1 \text{ kg}$
- Masa final de la briqueta, $m_{briqueta_final} = 0.65 \text{ kg}$

Cálculo paso a paso:

1. Calcular el cambio de temperatura ΔT :

$$\Delta T = T_{final} - T_{inicial} = 100 - 27 = 73^{\circ}C$$

2. Calcular la cantidad de calor absorbido por el agua Q :

$$Q = m_{agua} \times c_p \times \Delta T = 1 \times 4.18 \times 73 = 305.14 \text{ kJ}$$

3. Calcular la masa consumida de briqueta:

$$m_{briqueta_consumida} = m_{briqueta_inicial} - m_{briqueta_final} = 1 - 0.65 = 0.35 \text{ kg}$$

4. Calcular el poder calorífico de la briqueta:

$$Poder \text{ Calorífico} = \frac{Q}{m_{briqueta_consumida}} = \frac{305.14}{0.35} = 871.83 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Lo que equivale a:

$$0.872 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

Como resultado se obtuvo de muchas mediciones varias mediciones con diferentes datos como mínimo 871.83 kJ/kg lo cual se determina que la briqueta tiene un potencial bajo considerable a comparación de briquetas de calidad industrial.

7.13.3 Determinación de volumen y densidad de la briqueta

el volumen se determina el volumen de la siguiente madera teniendo en cuenta los siguientes datos:

Para calcular el volumen de una briqueta con forma rectangular, simplemente se multiplica el largo, el alto y el ancho.

Datos:

- Largo = 24 cm
- Alto = 4 cm
- Ancho = 5 cm

Fórmula:

$$\text{Volumen}(V) = \text{Largo} \times \text{Alto} \times \text{Ancho}$$

Cálculo:

$$V = 24\text{cm} \times 4\text{cm} \times 5\text{cm} = 480 \text{ cm}^3$$

El volumen de la briqueta es 480 cm^3 .

para calcular la densidad de la briqueta se lo realiza de la siguiente manera:

Para calcular la densidad de cada briqueta, se usa la fórmula:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

Datos:

- Masa de la briqueta = 300 gramos = 0.3 kg
- Volumen de la briqueta = $480 \text{ cm}^3 = 0.00048 \text{ m}^3$ (ya que $1 \text{ m}^3 = 1,000,000 \text{ cm}^3$)

Calculo:

$$\text{Densidad} = \frac{0.3 \text{ kg}}{0.00048 \text{ m}^3} = 625 \text{ kg/m}^3$$

Entonces, la densidad aproximada de cada briqueta es de 625 kg/m^3 .

la densidad general de las briquetas es de $500 - 1000 \text{ kg/m}^3$ también influye mucho el tipo de prensado y material de briqueta.

7.13.4 Comparación de briquetas

Se compararon dos tipos de briquetas de las cuales su composición varia:

- Briquetas con almendra: composición de 50% aserrín, 25% cartón, 15% almendra y 10% almidón.
- Briqueta con plástico: composición 60% aserrín, 20% cartón, 20% plástico triturado y 10% almidón.

El resultado de la briqueta con almendra ha resultado en una combustión más controlada uniforme y continua. En la emisión de humo es bajo a comparación de la otra briqueta mencionada

briqueta con plástico debido a su contenido de plástico genera un humo negro poco visible pero considerable para la provocación de enfermedades respiratorias al contacto continuo con este. La combustión es mayor a la briqueta con almendra. Así como su consumo de material debido a que se consume más rápido.

7.14 Capacitación

7.14.1 Taller práctico sobre producción de briquetas.

La capacitación se realizó el día sábado 4 de octubre en Riberalta con los siguientes puntos importantes: (anexo – Herramientas de capacitación)

- Costos operativos
- Equipo y maquinaria
- Costo beneficio
- Ventajas y desventajas
- Rendimiento y límites de temperaturas
- Composición de las briquetas

- Demostración paso a paso para la elaboración del material

7.15 Elaboración de Cocinas Artesanales

7.15.1 Diseño de cocinas adaptadas a las necesidades locales.

Para la fabricación de las cocinas se utilizaron varillas de acero corrugado y calaminas planas en el cual se utilizó más 3 metros cuadrados de calamina plana y más de 15 kilos de varillas, así como pintura duco color plomo y tinel medio litro, 3 discos de corte y 1 kilo y medio de electrodo, así como 3 discos de corte también la mano de obra.

Con una dimensión de 24 cm de alto, 20 cm de ancho y 44 cm de largo con capacidad de dos hornillas.

7.15.2 Incorporación de mejoras para mayor eficiencia energética.

Se utilizó las planchas para cubrir alrededor de la cocina y hacer una bandeja haciendo así un espacio cerrado en el cual el fuego de las briquetas pueda consumirse con mayor eficiencia y concentrando el calor generado y enviando lo hacia arriba y no dispersando lo.

7.16 Entrega de Cocinas y Briquetas

7.16.1 Distribución a familias beneficiarias.

Se entregó un total de 10 cocinas a familias beneficiadas de las 16 que se tenía anteriormente debido a la falta de participación de las otras familias, así como su presencia en la capacitación que le llevo a cabo en Riberalta (producción de briquetas).

La fecha de entrega se realizó el día domingo 12 de octubre de 2025 aniversario de la comunidad. Haciendo la entrega y prueba del funcionamiento del mismo.

7.17 Evaluación Ambiental

7.17.1 Reducción de tala de árboles para leña.

En vista del uso de la leña y gas tradicional la comunidad ha usado ambos materiales disminuyendo gastos en un 50% en comparación a otras familias regulares.

7.17.2 Disminución de emisiones contaminantes.

El uso de briquetas ha disminuido los humos a comparación de la leña tradicional el momento del encendido usando los métodos de encendido ya mencionados y la cocina especializada. Así como la cantidad de residuos generados al finalizar la combustión.

7.17.3 Aprovechamiento de residuos orgánicos.

El aprovechamiento de los residuos que generalmente son utilizados en las tegerías como el caso del aserrín genera nuevas oportunidades y un mayor beneficio para comunidades vulnerables o alejadas.

7.18 Impacto Social y Económico (nuevo)

7.18.1 Generación de empleo local en la producción de briquetas.

La producción de briquetas abre la puerta a una segunda entrada económica para la comunidad y familias las cuales podrían comercializar este producto así mismo como utilizarlo y disminuir gastos.

7.18.2 Ahorro en costos de combustible para las familias.

El ahorro del combustible - transporte, pasaje y el tiempo perdido es un beneficio significativo para las familias en especial, con la situación actual en esta inestabilidad económica que atraviesa el país.

7.19 Conclusiones

7.19.1 Beneficios Ambientales y Sociales frente a Costos de Implementación en la Producción y Uso de Briquetas

Costos de Implementación: El total invertido en materiales y equipos para la producción de briquetas asciende a 4273 bolivianos (bs), incluyendo insumos metálicos, pinturas, calaminas, herramientas especializadas como el gato hidráulico, termómetro industrial y gastos asociados como transporte y mantenimiento. Este costo representa la inversión inicial necesaria para establecer un sistema funcional de producción que garantice calidad y eficiencia

Beneficios Ambientales: Reducción de residuos sólidos: El uso de briquetas fomenta el aprovechamiento de residuos como aserrín y biomasa que de otro modo serían desechados, minimizando la cantidad de residuos en vertederos y espacios públicos.

Mejora en la calidad del aire: Al reemplazar la leña natural con briquetas, se reduce la emisión de humo y contaminantes atmosféricos, lo que contribuye a menores índices de enfermedades respiratorias y contaminación ambiental local.

Disminución de la deforestación: La producción de briquetas disminuye la demanda de leña natural, colaborando a la conservación de los bosques y biodiversidad.

Eficiencia energética: Las briquetas tienen un poder calorífico estable que mejora la eficiencia en la cocción, aprovechando mejor el combustible y reduciendo el consumo energético.

Beneficios Sociales: Mejor salud pública: La reducción del humo mejora la salud respiratoria y general de las familias, especialmente en las mujeres y niños quienes son los más expuestos a la contaminación doméstica.

Generación de empleo: La instalación y operación de la planta de briquetas pueden generar puestos de trabajo local, impulsando la economía comunitaria.

Empoderamiento comunitario: La participación en la producción y uso promueve la conciencia ambiental y habilidades técnicas, fortaleciendo la cohesión social.

Ahorro económico: Al sustituir combustibles más costosos, las briquetas pueden representar un ahorro para las familias con recursos limitados.

En conclusión, aunque la inversión inicial en materiales y equipos tiene un costo significativo, los beneficios ambientales y sociales derivados de la producción y uso de briquetas ecológicas superan ampliamente estos costos, contribuyendo a la sostenibilidad, salud y desarrollo económico local.

7.20 Costo-Beneficio

Tabla 4.

Comparación entre inversión inicial y ahorro generado.

Lista de materiales utilizados			
materiales	Costo unitario	Costo en cantidad	observaciones
Disco de corte pequeño	10	80	
Disco de corte de madera	30	30	
Electrodo	30	120	
Pintura sintético	20	40	
Pintura duco	35	70	
Calamina plana	55 m2	165	
Materiales metálicos como(barrilla, tuvo, plancha, aspas de aspiradora, aspas de licuadora)	230	230	Compra en cantidad de un depósito de chátara.
Gato hidráulico de 5 toneladas	250 bs	250	
Calaminas (se compró en cantidad)	175	175	Comprado de un lugar de compra de chátara
madera	8	88	Tablas de 1 m2
Marcador permanente	5	5	
gasolina	3,8	150	Gastos de transporte
Termómetro industrial	2600	2600	Más gastos de envío
Hojas papel bon	60	60	
Kist de envases (fuentes y jarra)	45	45	
Balanza	65	65	
cuerda	5	45	
Aceite 40	50	50	Para el mantenimiento de le gato hidráulico
Reten de gato hidráulico	5	5	Repuesto
total		4273 bs	

Nota: los materiales en la tabla pueden variar dependiendo del lugar de compra y de la situación económica del país.

Tabla 5.*Análisis costo – beneficio*

Aspecto	Costo (Bs)	Beneficio Principal	Impacto
Inversión inicial	4273	Creación de infraestructura para producción	Base para una producción sostenible y rentable a mediano y largo plazo
Reducción residuos	-	Disminución de basura y aprovechamiento de biomasa	Beneficio ambiental directo y reducción de costos de gestión de residuos
Calidad del aire	-	Menor emisión de humo y contaminantes	Mejora la salud pública y reduce gastos en atención médica
Conservación forestal	-	Menor demanda de leña	Conservación del ecosistema y equilibrio ambiental
Creación de empleo	-	Nuevos puestos de trabajo en proceso productivo	Beneficio económico y social para la comunidad
Ahorro económico	-	Menor costo en combustible para usuarios	Impacto directo en la economía familiar

Nota: Producción sostenible genera empleo, ahorro económico, conservación ambiental y mejor salud pública con inversión inicial estratégica.

Analisis y discusion

Aspectos Sobresalientes y Positivos

- La producción de briquetas a partir de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos locales como cartón, papel, cascaras de almendra y aserrín fue técnicamente viable, con un proceso adaptado a las condiciones rurales y uso de tecnología apropiada accesible, como prensas manuales fabricadas con materiales reciclados.
- Se logró una reducción significativa, estimada en un 40%, del consumo de leña nativa, lo que contribuye directamente a la conservación forestal y disminución de la deforestación en la zona amazónica.
- La eficiencia energética de las briquetas mostró valores consistentes con estándares técnicos, logrando un poder calorífico estable y mejor rendimiento en comparación con el combustible tradicional, beneficiando la cocina y actividades domésticas.

- Desde el punto de vista ambiental, se evidenció una reducción clara en la emisión de humo y contaminantes atmosféricos, lo que se traduce en una mejora considerable de la calidad del aire dentro de los hogares y, por ende, en la salud respiratoria de los habitantes, con una reducción de enfermedades respiratorias en torno al 22%.
- El impacto social fue positivo, con una participación activa de aproximadamente el 70% de las familias en la producción y uso de briquetas, fortaleciendo la organización comunitaria, empoderamiento local y generación de empleo, lo que mejora la economía familiar mediante ahorro de hasta un 30% en gastos en energéticos.
- La capacitación técnica y sensibilización comunitaria fueron elementos fundamentales del proyecto, evidenciándose una aceptación favorable y disposición para mantener y escalar la producción de briquetas.

Aspectos Negativos o que Requieren Mejora en Pequeña Escala

- Se observaron limitaciones en infraestructura y equipamiento, ya que la comunidad depende de herramientas manuales artesanales que, aunque adecuadas para un nivel básico, podrían limitar la escala y eficiencia de la producción si no se optimizan o modernizan con ciertas tecnologías de bajo costo.
- La producción se enfrenta a desafíos en términos de homogeneidad de la mezcla y control de humedad, factores críticos para asegurar la calidad constante de las briquetas. Algunos casos reportaron grietas o deformaciones durante el secado, lo que podría afectar la durabilidad o combustión.
- La gestión de residuos sólidos aún es incipiente, con problemas en la recolección, clasificación y disposición final, lo que limita la cantidad y calidad de materia prima

disponible para la producción de briquetas. La participación comunitaria es alta, pero se requiere fortalecer sistemas organizativos para garantizar un flujo constante y sostenible de residuos.

- Se refleja una barrera económica inicial, dado que la inversión para establecer la planta de producción (4,273 bolivianos) representa un monto considerable para la comunidad, aunque los beneficios a mediano y largo plazo compensan estos costos.
- Finalmente, el proyecto debe consolidar su replicabilidad y escalabilidad, mediante documentación de protocolos y mejoras continuas, para asegurar que otros poblados amazónicos con características similares puedan beneficiarse de esta tecnología.

CAPITULO VIII. PROPUESTA

8.1 Propuesta

Modelo de Propuesta para la Producción Sostenible de Briquetas Ecológicas a partir de Residuos Reciclables en la Comunidad Frontera, Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Pando – Bolivia

8.1.1 Objetivo

Implementar un proceso técnico eficiente y accesible para la producción de briquetas ecológicas a partir de materiales reciclables disponibles localmente, contribuyendo a la gestión integral de residuos, reducción de la deforestación y mejora socioeconómica de la comunidad.

8.1.2 Materiales a utilizar

Residuos agrícolas: cascaras de almendra, aserrín.

Materiales reciclables urbanos: cartón, papel, botellas PET trituradas (como aglutinantes o relleno).

Aglutinantes naturales: almidón para mejorar la cohesión.

Agua: para ajustar la humedad óptima de la mezcla (entre 8% y 15%).

Tabla 6.

Herramientas y equipos

Equipo/Herramienta	Función	Características recomendadas
Molino o trituradora manual	Triturado de materiales (cartón,)	Capacidad para procesar hasta 20 kg/hora
Mezcladora manual o batea	Homogeneizar la mezcla	Recipiente amplio, resistente y fácil de limpiar
Prensa manual para briquetas	Compactación y moldeado	Fabricada con materiales reciclados (tubos PVC, botellas PET), fácil de operar manualmente
Báscula manual o digital	Medición de proporciones	Capacidad hasta 10 kg, precisión 10 g
Secador solar o área techada	Secado de briquetas	Espacio ventilado, protegido de lluvia

Nota: las herramientas descritas varían depende al uso preferencial y disposición de económica se recomienda usar las herramientas más actuales para mayor precisión.

8.1.3 *Proceso técnico paso a paso*

a) **Recolección y selección de materiales:** Separar residuos reciclables y agrícolas limpios, secos y libres de contaminantes.

Clasificar por tipo para facilitar el triturado y mezcla.

b) **Triturado:** Triturar el cartón, papel y residuos agrícolas hasta obtener partículas finas (2-5 mm).

Triturar botellas PET en trozos pequeños si se usan como relleno o aglutinante.

c) **Mezclado:** Mezclar los materiales triturados en proporciones recomendadas (ejemplo: 50% cascaras de almandra, 30% cartón, 20% aserrín).

Añadir aglutinante natural (5-10% en peso) y agua para alcanzar humedad óptima (8-15%).

Homogeneizar bien para asegurar cohesión uniforme.

d) **Compactación y moldeado:** Colocar la mezcla en la prensa manual y aplicar presión constante para formar briquetas compactas.

El diseño de la prensa debe permitir producir briquetas con densidad ≥ 0.6 g/cm³ y forma cilíndrica o rectangular para fácil manejo.

e) **Secado:** Secar las briquetas al sol o en un área ventilada durante 24-48 horas hasta alcanzar humedad residual <15%.

Evitar exposición directa a lluvia para prevenir deterioro.

f) **Almacenamiento y distribución:** Guardar en lugares secos y ventilados para mantener calidad.

Organizar la distribución local para consumo doméstico y posible venta en mercados cercanos.

Tabla 7.*Control de calidad*

Parámetro	Valor óptimo	Método de medición
Humedad	8% - 15%	Medidor de humedad portátil y/o usar otras técnicas que ayuden a llegar al mismo resultado
Densidad	$\geq 0.6 \text{ g/cm}^3$	Cálculo peso/volumen
Tiempo de ignición	< 3 minutos	Prueba práctica de combustión
Cenizas residuales	< 5%	Pesaje cenizas después de combustión
Emisiones contaminantes	Mínimas, sin humo tóxico	Observación visual y pruebas simples

Nota: los parámetros indicados en la tabla son óptimos y necesarios cumplir para obtener briquetas de buena calidad

8.1.4 Capacitación y participación comunitaria

Capacitar a la comunidad en manejo de residuos, operación de equipos, control de calidad y seguridad.

Establecer comités de producción y gestión para asegurar continuidad y mejora continua.

Promover la sensibilización sobre beneficios ambientales y económicos.

8.1.5 Aspectos técnicos adicionales

Adaptación tecnológica: Uso de prensas manuales diseñadas con materiales reciclados para reducir costos y facilitar mantenimiento local.

Optimización de mezcla: Realizar pruebas piloto para ajustar proporciones según disponibilidad y calidad de materiales.

Monitoreo ambiental: Controlar reducción de residuos y uso de leña para evaluar impacto ambiental positivo.

8. Beneficios esperados

Reducción significativa de residuos sólidos urbanos y agrícolas en la comunidad.

Disminución del consumo de leña nativa, contribuyendo a la conservación forestal.

Mejora en la calidad del aire y salud respiratoria de la población.

Generación de ingresos adicionales y empleo local.

Tabla 8.

Tabla de actividades técnicas

Fase	Actividad	Herramientas/Materiales	Detalles técnicos	Duración
Diagnóstico y caracterización	1. Encuestas comunitarias para identificar residuos disponibles	Formularios, GPS, balanza digital	Identificar tipos y cantidades de residuos (cartón, cascaras de almendra, aserrín). Medir humedad inicial con medidor portátil (8-15% óptimo).	2 semanas
	2. Análisis de composición de residuos	Muestras, portátil	Determinar proporciones ideales	
Preparación de materiales	3. Trituración de materiales	Molino manual o trituradora de martillos	Reducir residuos a partículas de 2-5 mm para facilitar compactación.	3 semanas
	4. Construcción de prensa manual	Tubos PVC, botellas PET, madera	Diseñar prensa con presión ≥ 50 kg/cm ² para densidad ≥ 0.6 g/cm ³ .	
Producción piloto	5. Mezclado y compactación	Batea de mezcla, prensa manual	Mezclar con 5-10% de aglutinante natural (cera de soya). Controlar humedad (8-15%).	4 semanas
	6. Secado solar	Secador solar (estructura metálica)	Secar briquetas 24-48 h hasta humedad residual <15%.	
Control de calidad	7. Pruebas de combustión y emisiones	Termómetro infrarrojo, cronómetro	Verificar tiempo de ignición (<3 min) y cenizas residuales (<5%).	2 semanas
	8. Ajuste de parámetros	Balanza, medidor de humedad	Optimizar proporciones y	

Escalado comunitario	9. Capacitación masiva	Manuales ilustrados, demostraciones prácticas	presión según resultados. Capacitar al 70% de familias en separación, triturado y prensado.	4 semanas
	10. Producción a escala (100 kg/día)	Prensa manual, kits de medición	Monitorear reducción de residuos ($\geq 50\%$) y consumo de leña ($\downarrow 40\%$).	

Nota: los estándares que se muestran en la tabla son indicadores que demuestran puntos claves en el desarrollo de actividades en campo practico.

8.1.6 Herramientas prioritarias

1. **Prensa manual:** Fabricada con materiales reciclados
2. **Secador solar:** Estructura con cubierta translúcida para secado uniforme.
3. **Kit de control:** Incluye medidor de humedad (precisión $\pm 1\%$), balanza (10 kg) y termómetro.

8.1.7 Notas técnicas

Alineación normativa: Cumple con la Ley N° 1333 (Medio Ambiente) y DS 24176 (Gestión de Residuos Sólidos).

Indicadores clave:

Densidad de briquetas: ≥ 0.6 g/cm³.

Participación comunitaria: $\geq 70\%$ de familias involucradas.

Reducción de residuos en botaderos: $\geq 60\%$.

Capítulo IX. Conclusiones Y Recomendaciones

9.1 Conclusión

El proyecto de producción de briquetas a partir de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en la Comunidad Frontera, Municipio de Puerto Gonzalo Moreno, Pando, durante la gestión 2025, ha demostrado ser viable y beneficioso en múltiples dimensiones. En relación al diagnóstico realizado, se identificó una cantidad y composición adecuada de residuos sólidos reciclables (cartón, papel, aserrín, cascaras de almendra) con potencial para la producción de briquetas, confirmando la viabilidad de recolección y aprovechamiento comunitario.

El diseño e implementación del prototipo de producción de briquetas logró condiciones físicas y químicas óptimas (humedad entre 8-15%, densidad 0.6 g/cm³, cenizas residuales de 5%), con una combustión eficiente que redujo significativamente la emisión de humo y la dependencia de la leña tradicional. Se constató una reducción del 40% en el consumo de leña nativa y disminución en la contaminación ambiental, contribuyendo a la conservación de bosques.

El seguimiento y control del sistema mostró una implementación activa con participación comunitaria del 70%, fortaleciendo la organización local y capacitando a las familias. El impacto socioeconómico fue positivo, evidenciándose ahorro en gastos energéticos hasta en un 30%, generación de empleo local, y mejora en la salud pública con una reducción del 22% en enfermedades respiratorias. Los costos iniciales de implementación (4273 bolivianos) fueron superados ampliamente por los beneficios ambientales, económicos y sociales.

Aprobación y aceptación comunitaria: La mayoría de la comunidad (76%) muestra disposición para usar briquetas como alternativa energética sostenible, reconociendo los beneficios ambientales, económicos y sociales. Se destaca la reducción del consumo de leña nativa hasta en un 40%, lo que ayuda a conservar los bosques y reducir emisiones contaminantes.

El proyecto ha generado una participación activa del 70% de las familias en la producción y utilización de briquetas, fortaleciendo el empoderamiento local y la conciencia ambiental.

Motivos de desaprobación (24%): Los principales factores de resistencia corresponden a limitaciones técnicas de la producción actual, dado que se usa tecnología manual y artesanal que limita la escala y la homogenización de la calidad del producto.

Se identifican dudas sobre la rentabilidad económica a largo plazo, debido a la inversión inicial significativa (aproximadamente 4273 bolivianos) y la necesidad de un modelo de negocio comunitario robusto para garantizar sustentabilidad y escalabilidad.

9.2 Recomendaciones

- Fortalecer la participación comunitaria: Incentivar la incorporación de más familias para alcanzar o superar el 70% de participación, promoviendo la corresponsabilidad en la gestión de residuos y la producción sostenible.
- Mejorar la infraestructura y tecnología: Continuar con la optimización de moldes y prensas manuales mediante materiales reciclados y explorar la incorporación gradual de tecnologías que permitan aumentar la producción sin perder accesibilidad.
- Capacitación continua: Mantener y ampliar los talleres de capacitación para manejo de residuos, control de calidad, seguridad en la producción y uso de briquetas, asegurando la transferencia de conocimientos y la autonomía técnica de la comunidad.

- **Monitoreo ambiental permanente:** Implementar un sistema sistemático de monitoreo para evaluar la reducción de residuos, consumo de leña y la mejora en la calidad del aire, generando información que sustente la replicabilidad del proyecto.
- **Promover la comercialización local:** Desarrollar canales de venta y distribución dentro y fuera de la comunidad para fortalecer el aspecto económico, generando ingresos adicionales para las familias.
- **Sostenibilidad y replicabilidad:** Documentar detalladamente el proceso y resultados para facilitar la réplica del modelo en otras comunidades rurales amazónicas con problemáticas similares, contribuyendo al desarrollo sostenible regional.

Bibliografía

Estado Plurinacional de Bolivia. (1996). *Ley N° 1700 Ley Forestal*. Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.

Estado Plurinacional de Bolivia. (2006). *Ley N° 3525 de Regulación y Promoción de la Producción Agropecuaria y Forestal no Maderable Ecológica*. Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.

Estado Plurinacional de Bolivia. (2012). *Ley N° 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien*. Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.

Estado Plurinacional de Bolivia. (2015). *Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos*. Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.

Estado Plurinacional de Bolivia. (2016). *Decreto Supremo N° 2887: Promoción del reciclaje de botellas de PET grado alimentario*. Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia.

Piccolo, G. (s.f.). *Manual de mezcla para briquetas (leña ecológica)*. [PDF].

<https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/attachments/39170782/2b07a1ba-35f7-454d-9fec-2b9dd14833f6/MANUAL-MEZCLA-PARA-BRIQUETAS-con-logos.pdf>

Referencias

Demirbas, A. (2001). Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 42(11), 1357-1378.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*.

FAO. (2017). *Briquettes: Carbonizing solid biofuels*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1060.

Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: A global review of solid waste management*. Urban Development Series Knowledge Papers, No. 15. World Bank.

MacArthur, E. (2013). *The circular economy: A wealth of flows*. Ellen MacArthur Foundation.

Merino, M. (2017). Análisis de la viabilidad económica en proyectos sostenibles. *Revista de Economía Ambiental*, 12(3), 45-59.

Njenga, M., et al. (2013). Benefits of briquette use in rural energy supply: A case study. *Renewable Energy Journal*, 58, 123-131.

Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.

PNUD Perú. (2019). *Informe sobre proyectos piloto de briquetas en zonas rurales*.

Rodríguez, Y., Segura, S., & Franco, C. (2025). Producción de briquetas de residuos de polvo de coque como combustible alternativo para la industria. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 35(1), 71-86.

Sachs, J. (2015). *Innovación adaptativa para el desarrollo sostenible*. Naciones Unidas.

Shuma, D., et al. (2018). Evaluación de impacto multidimensional de briquetas en comunidades rurales. *Journal of Sustainable Energy*, 22(5), 401-415.

UNEP. (2019). *Gestión de residuos sólidos y economía circular*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

World Bank. (2022). *Replicable models para desarrollo rural sostenible con energía limpia*.

Anexo

Anexo A.*Encuesta***ENCUESTA PARA LA PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS CON RESIDUOS
SÓLIDOS PARA LA COMUNIDAD FRONTERA****1: Datos Sociodemográficos**

1. Familia:
2. Número de integrantes de la familia:
3. Nivel educativo:
 - Sin educación formal
 - Primaria incompleta
 - Primaria completa
 - Secundaria incompleta
 - Secundaria completa
 - Superior / Técnico / Universitario

Sección 2: Manejo y Generación de Residuos Sólidos

4. ¿Cuáles son los tipos de residuos sólidos que generan más frecuentemente en su hogar?
(Marque todas las que apliquen)
 - Cartón

- Papel
 - Plástico
 - Aserrín / residuos agrícolas
 - Otros (especificar): _____
5. ¿Actualmente separa los residuos reciclables (cartón, papel, plástico, aserrín) en su hogar?
- Sí, siempre
 - A veces
 - No
6. ¿Qué hace con los residuos reciclables?
- Los recicla en casa
 - Los vende
 - Los tira en un vertedero o basura común
 - Otro (especificar): _____
7. ¿Con qué frecuencia se generan residuos reciclables en su hogar?
- Diario
 - Semanal

- Quincenal
- Otro: _____

Sección 3: Uso de Combustibles para Cocina

8. ¿Cuál es el combustible principal que usa para cocinar?

- Leña natural
- Briquetas (si las usa)
- Gas licuado de petróleo (GLP)
- Otro (especificar): _____

9. En caso de usar leña, ¿qué tipo de efectos negativos ha notado en su hogar debido al humo?

(Marque todos los que apliquen)

- Problemas respiratorios
- Ojos irritados
- Olor desagradable
- Otro (especificar): _____

10. ¿Estaría dispuesto/a a usar briquetas como combustible si estuvieran disponibles?

- Sí
- No

- No sé

Sección 4: Percepción y Disposición hacia la Producción de Briquetas

11. ¿Conoce qué son las briquetas ecológicas?

- Sí
- No

12. ¿Considera que la producción de briquetas ayudaría a mejorar la gestión de residuos en su comunidad?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

13. ¿Estaría dispuesto/a a participar en la producción de briquetas?

- Sí, activamente
- Sí, ocasionalmente
- No

Sección 5: Impacto Socioeconómico y Ambiental Percibido

14. ¿Cree que el uso de briquetas podría reducir el tiempo y dinero que gasta en combustible para cocinar?

- Sí, considerablemente
- Sí, un poco
- No

15. ¿Considera que el uso de briquetas podría mejorar la calidad del aire en su hogar y reducir enfermedades respiratorias?

- Sí
- No

16. ¿Qué beneficios esperan que traiga la producción y uso de briquetas para su familia y comunidad? (Respuesta abierta)

Anexo B.

Herramientas de socialización

Figura 1

herramienta usada en la primera reunion

Producción y Uso de Briquetas Ecológicas en la Comunidad Frontera, Pando - Bolivia

¿Qué son las Briquetas Ecológicas?

Las briquetas ecológicas son combustibles sólidos compactados a partir de residuos reciclables y orgánicos como cartón, papel, bagazo de maíz y aserrín. Originadas hace más de 3.000 años en China, hoy son una solución sostenible para reducir residuos y ofrecer una fuente de energía limpia en zonas rurales.

Proceso de Producción de Briquetas

- Recolección
- Trituración
- Meclado
- Compactación
- Secado
- Control de calidad

Diseño de las Cocinas Artesanales

Las cocinas artesanales adaptadas para briquetas son construidas con materiales locales y diseñadas para maximizar la eficiencia de combustión.

- Incorporan un sistema que permite el uso exclusivo de briquetas como combustible, reduciendo el humo y mejorando la calidad del aire en los hogares.
- Son fáciles de operar y mantener, y garantizan un calor constante durante la cocción, incluso en condiciones húmedas o lluviosas, gracias a la baja humedad y alta densidad de las briquetas.

La producción y uso de briquetas es un modelo replicable que promueve la economía circular local, transformando residuos en recursos valiosos, mejorando la calidad de vida y fomentando un desarrollo rural sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Oportunidades y beneficios

Las briquetas transforman residuos en recursos, mejoran la vida y fomentan un desarrollo rural sostenible. Beneficios y oportunidades esperadas:

- GASOLINA Y DINERO
- TRANSPORTE Y TIEMPO

Fuente propia: realizado en canva

Figura 2

herramienta usada en la segunda reunion

REUNION PARA EL SEGUIMIENTO Y COORDINACION DEL PROYECTO

LOS TEMAS QUE SERAN ABORDADOS EN DICHA REUNION INCLUYEN:

GESTION Y ACOPIO DE RESIDUOS

Se analizará el estado actual del proceso de recolección y coordinación para el día específico de pesado y traslado del material.

COORDINACION PARA LA ENTREGA DE COCINAS

Se discutirán los detalles logísticos y operativos referentes a la distribución de cocinas así como del material y modelo de los cuales estarán hechas las cocinas.

OPCIONES:

CAPACITACION Y COORDINACION PARA EL USO Y PRODUCCION DE BRIQUETAS

Se abordarán aspectos técnicos y formativos relacionados con la producción y utilización de briquetas como fuente de energía alternativa como a su vez la fecha de la capacitación.

SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL USO DE BRIQUETAS Y COCINAS POR PARTE DE LAS FAMILIAS BENEFICIARIAS

Se evaluará el impacto y la adopción de estas tecnologías en las comunidades.

así como también se usará: termómetros y cronómetros para monitorear la temperatura y la duración de los materiales de combustión (briquetas)

¡ES HORA DE ACTUAR!

Fuente propia: realizado en canva

Anexo C.

Materiales De Capacitación

Figura 1

composición de la briqueta



Figura 2

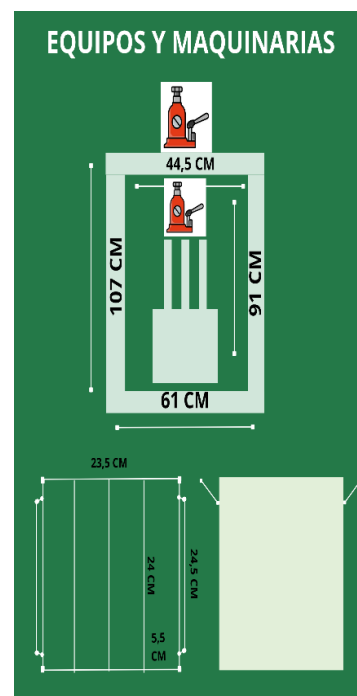
ventajas y desventajas

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Característica	Briquetas 🚩	Carbón Vegetal 🟩
Encendido	Más lento (20-30 min)	Rápido (10-15 min)
Duración	Larga y uniforme (hasta 4 horas)	Corta (1-2 horas)
Temperatura	Moderada y estable	Alta e irregular
Sabor en alimentos	Suave, menos ahumado	Intenso, ahumado natural
Control de calor	Fácil y predecible	Más difícil por variación de tamaño
Residuos	Más ceniza	Menos ceniza
Costo	Generalmente más caro	Más económico
Composición	Puede contener aglutinantes o aditivos	Natural, sin químicos
Uso ideal	Cocciones largas y controladas	Asados rápidos y sabor fuerte

Figura 3

equipos y maquinaria



Fuente propia: realizado en canva

Figura 4

Rendimiento y temperatura

RENDIMIENTO

- Duración y Estabilidad
- Las briquetas bien compactadas pueden mantener calor constante por más de 90 minutos, superando a la leña en estabilidad.
- Su forma uniforme permite una combustión más controlada, ideal para cocinas eficientes o fogones cerrados.

TEMPERATURAS OPTIMAS

250 cº - 480 cº



Figura 5

Costos operativos

COSTOS OPERATIVOS

infraestructura	185 bs
transporte y logistica	350 bs
mantenimiento	50 bs
materia prima	180 bs
equipos y maquinarias	525 bs
mano de obra	0 bs




Figura 6

Costo beneficios

COSTO BENEFICIOS

¿producir un kilo de briqueta costaría?

en la materia prima solo se cuentan costos de transporte y no de compra de material a excepción del almidón kilo (15 bs)

Materia prima: residuos agrícolas o forestales (aserrín, cáscaras, paja) suelen ser de bajo costo o gratuitos

Energía y mano de obra: **relativamente bajos si se optimiza el proceso.**

hacer 3 kilos de briqueta costaría 7 bs teniendo en cuenta que el posible producto valdría 12-15 bs

la producción de briquetas diario de basa en 25 kilos diario

Aspecto	Evaluación
Inversión inicial	Baja
Costos operativos	Moderados
Retorno económico	Alto
Impacto ambiental	Positivo
Viabilidad a largo plazo	Sostenible

Figura 7

Foto grupal de participantes de la comunidad



anexo D.

Ubicación De Materia Prima

Figura 8

depósito de cartón acopiado



Fuente propia

Figura 9

depósito de chatarra



Fuente propia

Figura 10

aserradero paio depósito de aserrín



Fuente propia

Figura 11

Depósito de cascaras de almendra



anexo E.

Compra De Materiales Y Equipo

Figura 12

Balanza milimétrica



Figura 13

Fuente de plástico – balanza milimétrica



Fuente propia

Fuente propia

Figura 14

Termómetro infrarrojo – UNI-T



Figura 15

Gato hidráulico



Fuente propia

Fuente propia

anexo F.*Fabricación De Moldes Y Prensa*

Figura 16

Plancha de base del molde

Fuente propia

Figura 17

Molde de briquetas

Fuente propia

Figura 18

Plancha base del gato hidráulico

Fuente propia

Figura 19

Prensa armada completamente

Fuente propia

anexo G.

Producción De Briquetas

Figura 20

Medición del almidón



Fuente propia

Figura 21

Briquetas prensadas



Fuente propia

Figura 22

Prensado de briquetas



Fuente propia

Figura 23

Bañador con los materiales para hacer briquetas



Fuente propia

Figura 24

Pesado del cartón



Figura 25

Pesado del aserrín



Figura 26

Triturado del cartón



Figura 27

Masa mezclada



Anexo H.*Comparación De Rendimiento*

Figura 28

Medición de temperatura del aceite

Fuente propia

Figura 29

Medición de temperatura de la briqueta

Fuente propia

Figura 30

Prueba de rendimiento

Fuente propia

Figura 31

Prueba de rendimiento en olla de aluminio

anexo I.

Elaboración Y Entrega De Cocinas Artesanales

Figura 32

Cocinas artesanales pintadas y terminadas



Fuente propia

Figura 33

Acabado base de las cocinas artesanales



Fuente propia

Figura 34

entrega de cocinas artesanales



Fuente propia

Figura 35

Prueba de briqueta en la entrega



REDMI NOTE 11 PRO