

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**Aprovechamiento energético de
biomasa residual de sarmientos,
sector vitivinícola de Lavalle:
Briquetas biomásicas agrícolas.**

TESINA DE GRADO

NOVELLO, CARINA MARCELA

AÑO 2022

Director: Ing. RNR Martín Alejandro Reynoso
Codirectora: Lic. Ec. Carolina Doña

RESUMEN

Este trabajo de tesis detalla un estudio de prefactibilidad a nivel técnico y económico de la instalación de una planta de fabricación de briquetas de biomasa de restos de poda de vid, en el predio industrial ubicado en el departamento de Lavalle, provincia de Mendoza.

Las briquetas de biomasa, son un biocombustible que implica aprovechar el material biomásico en forma densificada. Cabe destacar sus ventajas ecológicas, propiedades energéticas y la tendencia mundial de promoción del uso de energía renovable. Frente al contexto de crisis energética a nivel local e internacional, la disponibilidad de recursos biomásicos con la que cuenta el país, y en este caso, la provincia de Mendoza, representan una oportunidad de diversificación de la matriz.

Según Rodríguez, P. y col. dentro de los residuos de biomasa a nivel provincial, los restos de poda de vid aportan aproximadamente el 52% del total de los residuos generados por la actividad agrícola. Teniendo en cuenta la disponibilidad geográfica de los residuos, la oferta accesible del departamento de Lavalle, como así también la falta de valorización económica de los mismos, este proyecto busca mostrar la oportunidad de negocio de los biocombustibles en la provincia, como así también el valor a nivel ambiental y aporte a la economía circular.

El proceso productivo para el desarrollo de este producto se plantea por etapas de producción desde su recolección en fincas y bodegas del departamento hasta su empaquetado final. Las expectativas de este negocio radican en el establecimiento de un mercado interno a nivel nacional y provincial principalmente.

La inversión inicial para este negocio es de US\$ 221.650,0 (valuados a mayo 2022).

La estructura de capital es 100% capital propio.

Los resultados que arroja la prefactibilidad económica fueron de un Valor Actual Neto de US\$ 148.151,76 y una TIR en dólares del 44%.

Palabras Claves: Briquetas, Sarmientos, Industria Vitivinícola, Lavalle, Aprovechamiento energético, Biomasa

AGRADECIMIENTOS

Agradezco todo el apoyo que me ha dado mi familia a lo largo de estos años de carrera, mi pilar más importante. Todos los festejos por mis logros y cada una de las palabras que me sirvieron de aliento cada vez que lo necesite.

A mis padres Mario y Nancy principalmente, por darme la posibilidad de estudiar y poder formarme como profesional.

A mis compañeras y compañeros, que transitaron junto a mi esta hermosa carrera. Con quienes finalizo esta etapa como estudiantes, pero con quienes sigo creciendo como amigos y colegas. Gracias por cada risa, consejo y mate compartido.

Gracias Martin y Carolina por su tiempo, ayuda y acompañamiento en este trabajo de tesis. He aprendido mucho de ustedes como profesionales.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	- 1 -
1.1. Definiciones.....	- 1 -
1.2. Justificación.....	- 3 -
2. OBJETIVOS	- 6 -
2.1. Objetivo General.....	- 6 -
2.2. Objetivos Específicos.....	- 6 -
3. ALCANCE DEL ESTUDIO	- 7 -
3.1. Metodología.....	- 7 -
3.2. Zona de influencia.....	- 8 -
4. MARCO TEÓRICO	- 9 -
4.1. Descripción del Material biomásico residual “Sarmientos”	- 9 -
4.2. Disponibilidad de Material.....	- 10 -
4.3. Oferta y demanda provincial de Biomasa.....	- 11 -
4.4. Externalidades del uso de Biomasa como recurso energético.....	- 14 -
4.5. Descripción sobre la situación actual de Lavalle respecto a biomasa	- 15 -
4.6. Biocombustibles Sólidos.....	- 16 -
4.7. Briquetas.....	- 17 -
4.7.1. Parámetros que afectan la calidad de briquetas	- 17 -
4.8. Descripción y disponibilidad de maquinaria para elaborar briquetas.....	- 21 -
4.9. Descripción del proceso de densificación de biomasa.....	- 21 -
5. PREFACTIBILIDAD TÉCNICA DEL NEGOCIO	- 24 -
5.1. Modelo de negocio.....	- 24 -
5.2. Caracterización del Material Biomásico Residual “Sarmientos”	- 25 -
5.2.1. Toma de muestras.....	- 25 -
5.2.2. Ensayo de humedad del material.....	- 25 -
5.2.3. Ensayo determinante del Contenido de cenizas.....	- 27 -
5.2.4. Ensayo determinante del Contenido de Materias volátiles.....	- 28 -
5.2.5. Ensayo de Secado del material	- 30 -
5.2.6. Resultados de ensayos.....	- 31 -
5.3. Descripción del proceso productivo	- 32 -
5.3.1. Obtención materia prima “Sarmientos”	- 32 -
5.3.2. Recolección y transporte	- 33 -
5.3.3. Secado	- 34 -
5.3.4. Chipeado.....	- 35 -
5.3.5. Briqueteado.....	- 35 -
5.3.6. Control de calidad y tratamiento residual.....	- 35 -

5.3.7. Empaquetado y almacenamiento.....	- 36 -
5.4. Equipamiento necesario y productividad estimada.....	- 37 -
5.5. Consumo energético.....	- 40 -
5.6. Localización del proyecto.....	- 41 -
6. PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA	- 42 -
6.1. Postulados base.....	- 42 -
6.1.1. Inversión inicial	- 42 -
6.1.2. Proyección de la inversión inicial.....	- 43 -
6.1.2.1. Financiamiento.....	- 44 -
6.1.3. Ingresos antes de impuestos: Ventas.....	- 44 -
6.1.4. Impuestos y tasas	- 45 -
6.1.5. Egresos después de impuestos: Producción y costos.....	- 46 -
6.1.5.1. Etapa de Recolección y Transporte.....	- 48 -
6.1.5.2. Etapa de Secado del material.....	- 53 -
6.1.5.3. Etapa de Chipeado del material.....	- 54 -
6.1.5.4. Etapa de Briqueteado del material.....	- 54 -
6.1.5.5. Etapa de control de calidad	- 55 -
6.1.5.6. Etapa de empaquetamiento del material.....	- 56 -
6.1.5.7. Proyección de los costos de producción	- 57 -
6.2. Resultados del flujo de fondos.....	- 61 -
6.2.1. Costo de oportunidad del proyecto	- 61 -
6.2.2. Flujo de fondos.....	- 62 -
6.3. Indicador de resultado: Valor actual neto (VAN).....	- 63 -
6.4. Indicador de resultado: Tasa interna de retorno (TIR)	- 64 -
6.5. Sensibilización de variables.....	- 65 -
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 69 -
8. BIBLIOGRAFÍA.....	- 71 -
9. ANEXOS.....	- 73 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Mapa de Mendoza con sus 5 regiones vitivinícolas: zona norte, zona este, zona alta del Río Mendoza, Valle de Uco y zona sur. Fuente: Catania, C. D., & de del Monte, S. A. (1994).....	- 9 -
Ilustración 2. Mapa de oferta directa total accesible de biomasa. Fuente: FAO (2017) WISDOM Mendoza.....	- 13 -
Ilustración 3. Esquema de especificaciones y propiedades normativas e informativas de las briquetas, basado en norma IRAM-ISO 17225-1:2018. Fuente: Elaboración propia	- 20 -

Ilustración 4. Diagrama de flujo del proceso productivo de elaboración de briquetas de sarmientos en el Departamento de Lavalle, Mendoza. Fuente: Elaboración propia	- 32 -
Ilustración 5. Rutas de recolección y transporte posibles de residuos de poda. Desde establecimientos representativos de la localidad de Tulumaya a Zona industrial del departamento de Lavalle, Mendoza. (Google Earth. 2022)	- 34 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación biocombustibles sólidos según el origen y fuentes de biocombustible.	- 16 -
Tabla 2. Resultados de humedad de poda al inicio de secado (base húmeda) de dos fincas del departamento de Lavalle, representativas de los sistemas de conducción Espaldero y Parral tradicional.	- 31 -
Tabla 3. Resultados de humedad de poda al final de secado (base húmeda) de dos fincas del departamento de Lavalle, representativas de los sistemas de conducción Espaldero y Parral tradicional.	- 32 -
Tabla 4. Capacidad de producción estimada y consumo de energía eléctrica por período de tiempo.	- 40 -
Tabla 5. Resumen de la proyección de inversión inicial	- 43 -
Tabla 6. IVA sobre inversiones	- 43 -
Tabla 7. Proyección de ingresos estimados por ventas	- 45 -
Tabla 8. Presupuesto uso tractor para empaquetadora	- 50 -
Tabla 9. Rutas de posible recorrido para el traslado de poda de sarmientos	- 52 -
Tabla 10. Estimación de costos de traslado de sarmientos	- 53 -
Tabla 11. Presupuesto por contratación de servicio de asistencia técnica para control de calidad de producto final	- 56 -
Tabla 12. Costos Materiales Directos de producción (Sin IVA)	- 58 -
Tabla 13. Costos Fijos y Variables por energía eléctrica	- 58 -
Tabla 14. Costos por mano de obra Directa, por etapa (Sin IVA)	- 59 -
Tabla 15. Costos Mano de obra Indirecta por etapa (Sin IVA)	- 59 -
Tabla 16. Proyección de egresos según costos de producción (Sin IVA)	- 60 -
Tabla 17. IVA sobre costos de producción	- 61 -
Tabla 18. Tasas consideradas para Ke	- 62 -
Tabla 19. Resumen de la proyección del flujo de fondos.	- 63 -
Tabla 20. Variación del Precio de venta proyectado y viabilidad del proyecto	- 65 -
Tabla 21. Variación de la viabilidad del proyecto con respecto a la variación de la cantidad de Materia prima disponible	- 67 -
Tabla 22. Variación VAN y TIR con respecto a las variaciones de los Costos por materia prima	- 68 -
Tabla 23. Comparación entre tipos de financiamiento y resultado de indicadores.	- 69 -

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la agricultura en la provincia de Mendoza entre otras actividades, es posible gracias a su sistema regadío, que permite localizar las actividades productivas en los llamados “oasis”. Dentro de las actividades agrícolas que se desarrollan y aportan a la economía local, la vitivinicultura resulta de gran relevancia, registrando la mayor superficie cultivada de vid del país, representando el 70,6%. (INV. 2021)

Dada su amplitud, el sector vitivinícola de Mendoza, genera un gran volumen de residuos sólidos por año. Específicamente, la mayor disponibilidad de biomasa, se encuentra representada por los residuos provenientes de la poda de vid, estimando una oferta anual de 472.015 toneladas. (FAO. 2017).

Notando el interés a nivel mundial y la creciente tendencia de empresas en busca de desarrollar nuevos negocios que consideren aspectos tales como la eficiencia energética, el aprovechamiento y la gestión de los residuos, y el agregado de valor, resulta interesante el planteo de un modelo de negocios a nivel local, que haga foco en el desarrollo de un biocombustible energético.

1.1. Definiciones

- **Biocombustible:** Combustible sólido, líquido o gaseoso que se produce directa o indirectamente a partir de la biomasa. (IRAM-ISO 17225-1)
- **Biocombustible densificado:** Biocombustible sólido que se obtiene por compresión mecánica o tratamiento térmico de la biomasa, con el fin de moldear el biocombustible sólido en una forma y tamaño específicos, como cubos, leños prensados, “pellets” o briquetas biocombustibles. (IRAM-ISO 17225-1)

- **Biomasa:** es el material de origen biológico que excluye al material inserto en formaciones geológicas o fosilizadas. (IRAM-ISO 17225-1)
- **Biomasa natural:** Biomasa producida en ecosistemas naturales.
- **Biomasa residual:** Biomasa derivada de las actividades agrícolas, ganaderas, forestales, industriales, poda urbana y domiciliaria.
- **Briqueta biocombustible:** Material combustible densificado, con o sin aditivos, generalmente de forma cúbica, prismática o cilíndrica, con un diámetro mayor a 25 mm, producida por compresión de biomasa triturada. (ISO 17225: 2014)
- **Dendrocombustible:** Son aquellos biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos; derivados de forma directa o indirecta de la biomasa leñosa.
- **Recurso renovable:** Recurso natural que posee una tasa de regeneración superior a la tasa de consumo del mismo.
- **WISDOM:** Metodología de la FAO. Woodfuel Integrated Supply/ Demand Overview Mapping, “Mapeo de oferta y demanda integrada de Dendrocombustibles”.

1.2. Justificación

Teniendo en cuenta los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Vitivinicultura, dentro de las cinco regiones vitivinícolas de Mendoza, el área norte (Representada por los departamentos de Las Heras y Lavalle), ha mostrado un crecimiento del 6,8% desde el año 2000, contando con una superficie total de vid de 14.974 hectáreas hasta el año 2018. (INV. 2019). Específicamente, el departamento de Lavalle concentra el 90% de la superficie de vid de esta área, y representa el 8,7% del total de la superficie provincial cultivada con vid al año 2020. (INV. 2021)

Actualmente, existe un gran interés por aumentar el uso de fuentes de energía de tipo renovable, tanto por sus beneficios ambientales como por el potencial económico que representa. Como bien menciona FAO (2020) en su informe técnico N°10, la mayor parte de la matriz energética argentina se encuentra conformada por combustibles fósiles, sin embargo, frente al contexto de crisis energética actual a nivel local e internacional, la disponibilidad de recursos biomásicos con la que cuenta el país, representa una oportunidad de diversificación energética. Este cambio de paradigma, ha desencadenado el desarrollo de diferentes proyectos de esta índole, entre ellos de energía térmica de biomasa.

Ante lo mencionado, surge la idea de un proyecto biotecnológico de alternativa energética, de interés potencial para la industria vitivinícola como modelo de negocios.

Dicho proyecto se plantea como respuesta a preguntas tales como ¿Es viable desde el punto de vista técnico y económico el uso con fines energéticos de biomasa residual, procedente de la poda de vid en la industria vitivinícola de Lavalle?

El proyecto de tesis pretende plantear un modelo de negocios a fin de conocer la viabilidad técnico-económica de producir briquetas biomásicas, por medio del uso de material de poda de sarmientos provenientes del sector vitivinícola departamental de Lavalle, con fines de su aprovechamiento como biocombustible sólido.

El empleo de biomasa como recurso energético implica, entre otros, aprovechar y dar una finalidad a todos aquellos residuos de origen orgánico que se encuentren inutilizados o no aprovechados eficientemente y a la vez generar mayor independencia de insumos externos.

Una de las formas de utilizar la biomasa con este propósito es por medio de su combustión, generando energía térmica. Con este objetivo y en términos de eficiencia energética, la misma puede moldearse en forma y tamaños específicos y densificarse mediante técnicas de compresión mecánica o tratamiento térmico, dando origen a diferentes tipos de biocombustibles sólidos. Los biocombustibles sólidos se clasifican como cubos, leños prensados, pellets o briquetas biocombustibles (ISO 17225: 2014), entre otros.

Además de ser un recurso renovable, es importante destacar la amplia disponibilidad biomásica en sus diferentes manifestaciones (FAO. 2017). Sin embargo, la accesibilidad a dichos materiales es variable, dependiendo de su tipo, ubicación espacial, y necesidad de pretratamiento. Esto es importante a la hora de analizar la factibilidad de su utilización en períodos de tiempo reales, es decir, cumplir con una oferta que satisfaga el grado de demanda de ese momento.

El uso de biomasa sólida de tipo residual para aprovechamiento energético, crea una alternativa energética en ámbitos de todo tipo, ya sean a gran o baja escala, asegurando el suministro energético en los lugares de origen y ayudando en la resolución del problema de generación de grandes volúmenes de residuos y desechos, que conllevan a su vez como bien menciona la FAO (2020) otros problemas como la generación de olores, generación de gases de efecto invernadero como CO₂ y metano por descomposición anaerobia, impactos sobre la salud, contaminación visual y la ocupación de espacios que a su vez puede aumentar el riesgo de incendios por la acumulación incontrolada en seco.

Actualmente muchos países del mundo ya utilizan briquetas como biocombustible, por sus beneficios ambientales como también por la inaccesibilidad a combustibles convencionales, viéndose obligados a hacer uso de sus propios recursos disponibles.

A nivel nacional cada vez son más las empresas interesadas en el uso de biocombustibles como fuente de energía. Se cuenta con empresas productoras de briquetas de baja y gran escala que se encuentran produciendo a partir de diferentes materiales. Estableciendo un mercado nacional de oferta y demanda de estos insumos. Además, se encuentran disponibles en el mercado maquinaria específica para su elaboración, las briqueteadoras. Empresas productoras como Briknic, mencionan algunas ventajas del uso de briquetas biomásicas en comparación con la leña, como son una menor producción de humo, un mayor poder calorífico, el fácil y rápido encendido, una baja humedad asegurada, alta densidad y menor ocupación de espacio.

El establecimiento de este mercado a nivel mundial, llevó al desarrollo de normativa específica, técnica y reglamentaria de los biocombustibles sólidos. La Organización Internacional de Normalización (ISO) desarrolla la norma ISO 17225: "Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles", con el fin de proporcionar principios claros de clasificación permitiendo un comercio eficiente entre vendedores, compradores y fabricantes de equipos. El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) adopta luego esta norma, estableciendo la serie IRAM-ISO 17225.

Sin embargo, en el mercado local, la falta de información, así como las barreras técnicas y tecnológicas necesarias para la implementación de esta alternativa energética, pueden dificultar o resultar factores limitantes en la aceptación pública, y en su desarrollo industrial.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar la viabilidad técnico-económica de producir briquetas biomásicas, por medio del uso de la corriente residual de sarmientos provenientes del sector vitivinícola de la localidad de Lavalle.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la biomasa residual de sarmientos provenientes del sector vitivinícola del departamento de Lavalle.
- Evaluar el proceso de armado de briquetas de biomasa residual de sarmientos provenientes del sector vitivinícola del departamento de Lavalle, en cuanto a requerimientos técnicos necesarios y estándares de calidad.
- Describir el proceso productivo de la elaboración de briquetas de biomasa obtenidas del material residual de sarmientos provenientes del sector vitivinícola del departamento de Lavalle.
- Calcular los ingresos, costos de inversión y operativos del armado de briquetas de sarmientos provenientes del sector vitivinícola del departamento de Lavalle, concluyendo con la generación de indicadores de prefactibilidad económica.

3. ALCANCE DEL ESTUDIO

3.1. Metodología

A los fines de la presente tesis, la metodología empleada consistió en una revisión bibliográfica profunda, a fin de contar con la información técnica, económica y datos necesarios para el planteo de un modelo de negocios sobre el desarrollo de briquetas de biomasa residual de sarmientos en el departamento de Lavalle. Paralelamente se realizaron algunas actividades de campo que permitieron complementar el estudio con información real local.

Se realizó toma de muestras de restos de poda de vid de manera aleatoria en dos fincas del departamento de Lavalle, representativas de los tipos de sistemas de conducción principalmente empleados en cultivos de este tipo de escala agroindustrial: Espaldero tradicional y parral.

Se planteó a nivel de prefactibilidad, una evaluación técnica y operacional, que consistió en realizar ensayos en laboratorio para caracterizar las muestras tomadas y verificar cumplimiento con rango de parámetros preestablecidos por normativa; por otro lado, se planteó el proceso productivo para la elaboración de briquetas de biomasa de sarmientos provenientes de fincas ubicadas en el departamento de Lavalle como producto de desarrollo, seguido de una evaluación económica utilizando como instrumento el flujo de fondos.

Para la descripción del proceso productivo se realizó una breve descripción por etapas, tomando como referencia experiencias previas realizadas por Miguel Farías, productor local de briquetas de biomasa ubicado en la localidad de Uspallata (Departamento de Las Heras, provincia de Mendoza, República Argentina), quien proporcionó datos técnicos y conocimientos adquiridos por su experiencia.

Con respecto a la prefactibilidad económica, se planteó un flujo de fondos pensado para 5 años, teniendo en cuenta ingresos, costos de inversión, y costos operativos para el desarrollo del modelo de negocio. Dichos costos se obtienen por medio de pedidos de presupuestos tanto a empresas locales e internacionales, como a productores de briquetas locales.

Finalmente, para la evaluación del proyecto, conocer su viabilidad y rentabilidad, se utilizaron indicadores básicos de resultado tales como VAN (Valor actual neto) y TIR (Tasa interna de retorno), a partir de los cuales se elaboraron luego conclusiones finales, seguido de una sensibilización de variables.

3.2. Zona de influencia

La provincia de Mendoza, se encuentra localizada al centro-oeste de la República Argentina, caracterizada por su clima árido, permite la producción vitivinícola como una de sus actividades agrícolas principales gracias a un complejo sistema de riego abastecido por agua de deshielo proveniente de la cordillera de Los Andes. La provincia registra una superficie de vid actual de 148.996 ha, las cuales se encuentran distribuidas en 5 regiones vitivinícolas: zona norte, zona alta del Río Mendoza, zona este, Valle de Uco y zona sur (INV. 2022). El área norte, donde se centra este estudio, se encuentra conformada por una superficie total de vid de 14.363 ha correspondientes a los departamentos de Las Heras y Lavalle, las cuales se encuentran irrigadas por aguas del Río Mendoza (INV. 2022). El departamento de Lavalle tiene una superficie aproximada de 10.242 km², representando el 6,8% de la superficie de la provincia de Mendoza.

A continuación, se muestran las 5 regiones vitivinícolas de Mendoza ubicadas en el mapa provincial.



Oasis vitícolas de Mendoza

Ilustración 1. Mapa de Mendoza con sus 5 regiones vitivinícolas: zona norte, zona este, zona alta del Río Mendoza, Valle de Uco y zona sur. Fuente: Catania, C. D., & de del Monte, S. A. (1994)

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Descripción del Material biomásico residual “Sarmientos”

Los “Sarmientos” hacen referencia a los brotes maduros de vid, una vez que estos han perdido sus hojas. Por lo general, estos brotes se podan en invierno de manera anual, a lo largo de los meses de junio, julio y agosto.

Las cantidades de poda generadas por el sector vitivinícola en el área Norte, son un factor residual con potencial de aprovechamiento. Actualmente y por lo general, estos residuos tienen un manejo de tipo eliminatorio por medio de la quema; o simplemente se trituran e incorporan en el suelo del mismo predio, con el fin de reducir la erosión y reciclar nutrientes; estos últimos, de manera colateral. Sin embargo, este manejo no genera ningún tipo de beneficio económico.

Como indica Velázquez-Martí, B. y col. (2011), la cantidad de poda generada por ha, o bien llamado “Índice de poda”, depende y se ve influenciada por diversos factores como son, el

tipo de varietal de vid podado, el tipo de poda realizado, el esquema de plantación del cultivo, el sistema de conducción de la vid y la edad del cultivo.

Sin embargo, y a pesar de las diferencias en cantidad generada que pudieran existir entre fincas y/o bodegas del departamento de Lavalle, los sarmientos siguen siendo un residuo que debe manejarse. La valorización de los mismos, por lo tanto, resulta interesante, ya que la poda en sí implica un costo fijo en el sector.

Por otro lado, los restos de poda de zonas áridas, poseen un contenido de agua inferior al 20%, reservas de almidón de aproximadamente el 10% y un contenido alto de celulosas y ligninas, esto lo convierte en un elemento de fácil combustión. (FAO. 2017)

4.2. Disponibilidad de Material

Dentro de las principales actividades generadoras de residuos biomásicos potenciales para la producción de energía, la actividad agrícola resulta una de las fuentes de biomasa más relevantes en la provincia de Mendoza, esto es comprobado mediante el análisis sobre la oferta y demanda de recursos biomásicos realizado en la provincia de Mendoza, mediante la metodología WISDOM (Mapeo de oferta y demanda integrada de dendrocombustibles) en el año 2017.

Por otro lado, teniendo en cuenta la estimación de la producción anual de biomasa residual realizada por Rodríguez, P. y col. (2018), su disponibilidad residual en Mendoza, supera las $1,2 \times 10^6$ t/año, esto podría resultar en un potencial generador de bioenergía en la Provincia de Mendoza de $10,3 \times 10^6$ GJ/año. Dentro de esta disponibilidad, se determinó a la actividad agrícola como la mayor productora de aporte de este tipo residual.

Dentro de la actividad agrícola, los residuos de poda de la vid aportan aproximadamente el 52 % del total de los residuos generados por esta actividad, en consecuencias de las extensas

superficies cultivadas con vid en Mendoza. (Rodríguez, P. y col. 2018). Estos datos, evidencian la importancia de la actividad vitivinícola para la generación de bioenergía en la provincia. Además, se tomó conocimiento acerca de la disponibilidad geográfica generada, poniendo en evidencia la disponibilidad de materiales residuales de biomasa en el oasis Norte. (Anexo 5)

Dentro del área norte vitivinícola, el departamento de Lavalle posee una oferta directa accesible de biomasa de vid de 41.843,7 t/año expresadas en materia seca. Es decir, con humedad del 0%. (FAO. 2017)

Se debe tener en cuenta, que la poda en la provincia se efectúa a lo largo de los meses de junio, julio y agosto. Siendo estos meses los de principal generación residual.

4.3. Oferta y demanda provincial de Biomasa

Para analizar la oferta y demanda provincial, se tuvo en cuenta el análisis espacial de biomasa, de la provincia de Mendoza, elaborado por la FAO en conjunto con el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a partir de la metodología WISDOM (Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles) en el año 2017.

Los recursos biomásicos disponibles con fines energéticos, representantes de la oferta directa en la provincia, están integrados principalmente por los residuos o subproductos generados por la poda de viñedos, olivares, frutales y hortalizas (ajo), el raleo y los residuos de cosecha de las plantaciones forestales, y el manejo de forestaciones y bosque nativo (únicamente en el marco de planes de manejo aprobados y del aprovechamiento del incremento medio anual). Ver cuadro anexo 1.

Es importante destacar principalmente la oferta biomásica provenientes del sector vitivinícola, debido a la cantidad de hectáreas productivas destinadas a este cultivo. Ver gráfico anexo 3.

Sin embargo, cabe destacar que, en este análisis espacial realizado, no fueron considerados los residuos de cosecha del resto de la producción hortícola de la Provincia (cultivos de papa, tomate, cebolla, pimiento, zapallo y zanahoria). Por otro lado, no se tuvo en cuenta al sector de granos concentrado en el este de la Provincia, con disponibilidad de semillas de girasol, de maíz, trigo, colza, arvejas, cebada y soja, ni nogales. Es necesario mencionar también que, en relación a la estimación de la oferta directa, se ha empleado en dicho estudio valores generales de referencia a la hora de intentar cuantificar la biomasa seca potencialmente aprovechable, con lo cual, y como se menciona expresamente en el propio informe en su apartado final de *recomendaciones*, es necesario verificar en campo todos estos índices de generación. Debido a esto, dichos datos sólo orientan y estiman ofertas y demandas predominantes.

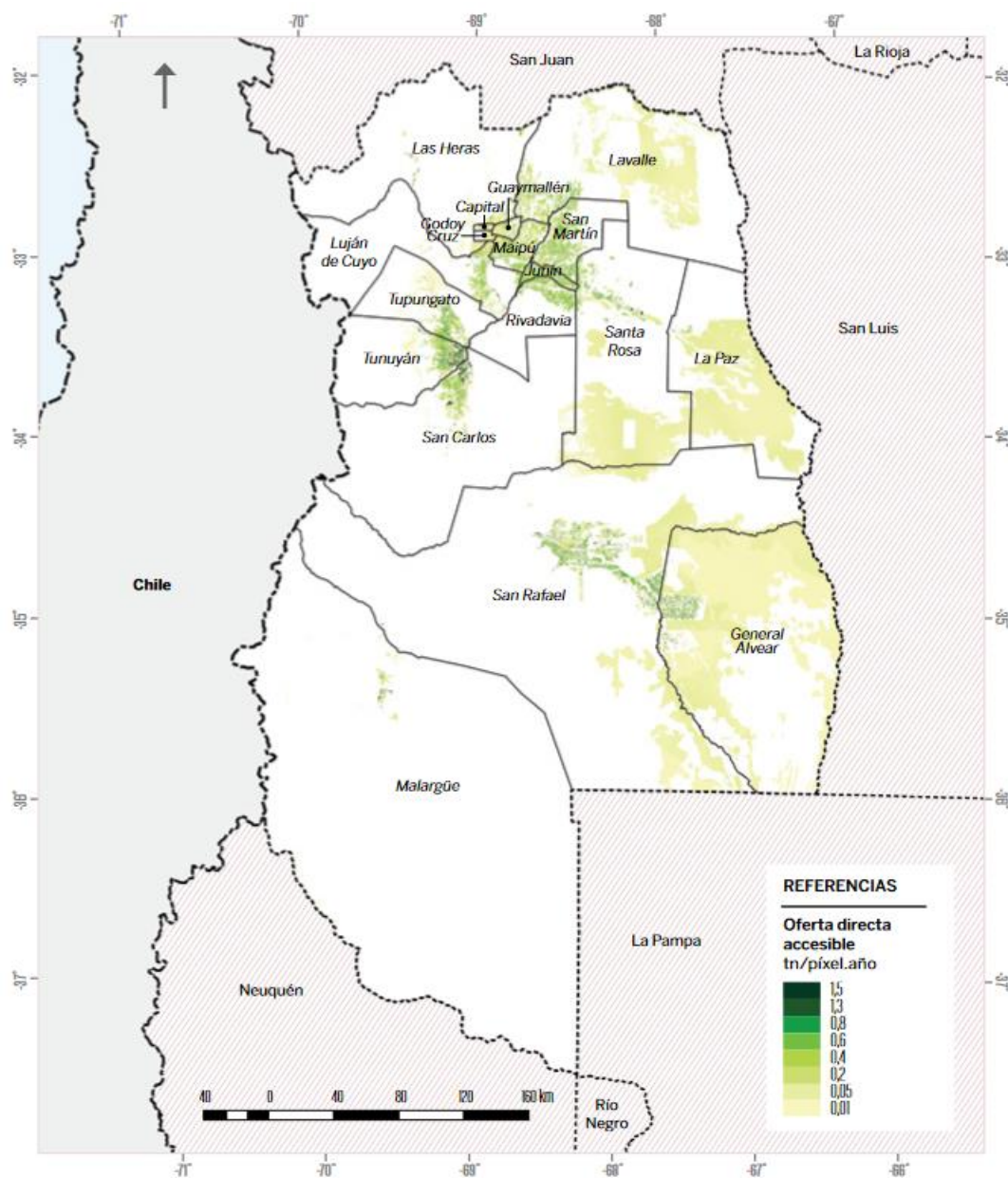


Ilustración 2. Mapa de oferta directa total accesible de biomasa. Fuente: FAO (2017) WISDOM Mendoza

La oferta indirecta de biomasa a nivel provincial, considera a la resultante de procesos de transformación industrial, es decir, subproductos de la industria vitivinícola como orujos, escobajos y borras; subproductos de la industria forestal como virutas, aserrín, cortezas, astillas, despuntes y costaneros; residuos provenientes de la agroindustria y conserveras; y restos de poda urbana. (FAO. 2017). Ver cuadro anexo 2.

Por otro lado, las principales fuentes consumidoras con fines energéticos en la provincia incluyen, a la industria ladrillera que utiliza recursos energéticos biomásicos durante la etapa

de cocción; y por otro lado al sector residencial, que los utiliza en cocina, calefacción e iluminación. Se estima que una persona consume un total de 0,75 t/año, teniendo en cuenta esto, la demanda residencial aproximada por FAO (2017) fue de 6600,75 t/año de recursos biomásicos. Ver cuadro anexo 4.

4.4. Externalidades del uso de Biomasa como recurso energético

El uso energético de la biomasa, presenta externalidades positivas, algunas de ellas se encuentran mencionadas en la colección de documentos técnicos N°12 de la FAO (2020) y se mencionaron anteriormente.

Manrique, Silvina M. (2015) menciona entre otras cualidades positivas del uso de biomasa como recurso energético, la de ser un recurso neutro en emisiones de carbono, generar bajas emisiones de azufre por su bajo contenido (Por lo general inferior al 0,1%), ser renovable, disponible mundialmente, con gran diversidad de materiales potenciales de utilización, con potencial energético variable dependiente del material, y ser una fuente de energía versátil, ya que pueden obtenerse combustibles sólidos, líquidos o gaseosos de la misma.

Teniendo en cuenta esto, la generación energética a partir de este recurso, provee una solución para los residuos no solo agropecuarios, sino también forestales, industriales y urbanos. La valorización de los mismo permite tener un enfoque más amplio de ellos, es decir, que lo que ahora se ve como un residuo o un problema pronto se verá como un subproducto con valor en las distintas industrias. Además, se debe tener en cuenta, que el uso de la biomasa de manera energética, también es capaz de generar subproductos de valor económico para ser utilizados como fertilizantes y alimento para ganado, por ejemplo, entre otros destinos.

Específicamente, en referencia al uso de briquetas biomásicas en el sector vitivinícola, algunas externalidades positivas que pueden surgir, son la practicidad en cuanto al uso del

material orgánico disponible, la independencia en cuanto al abastecimiento de material combustible (insumo externo convencional), la desocupación de espacio o disminución de volumen ocupado por residuos orgánicos debido al aumento de la densidad aparente del material.

El aprovechamiento de biomasa residual también colabora quitando presión al medio ambiente, por ejemplo, evitando su quema descontrolada a cielo abierto.

En ciertos casos, inclusive no es posible incorporar el material en el perfil de suelo de la propia finca, debido a presencia de enfermedades en algunas parcelas del cultivo, cuyos restos reincorporados en el sistema podrían colaborar en la su propagación.

4.5. Descripción sobre la situación actual de Lavalle respecto a biomasa

Teniendo en cuenta la demanda provincial de biomasa por departamento, Lavalle se caracteriza por poseer la mayor demanda de tipo residencial, siendo la estimada de 1.468,7 t/año. Por otra parte, la demanda de tipo Ladrilleras también es alta en el departamento teniendo en cuenta la demanda provincial, siendo de 1.032,0 t/año. (FAO. 2017)

En el año 2021, por medio de la asistencia técnica de técnicos del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) junto con personal de la municipalidad de Lavalle, se desarrolla un proyecto de relevamiento territorial de la disponibilidad de biomasa proveniente de poda, de fincas y agroindustrias ubicadas en el departamento.

Por medio de la selección de fincas y agroindustrias de mayor pertinencia para este proyecto, y en base a criterios de productividad, cantidad de poda generada y otros datos obtenidos que justifican las posibilidades de aprovechamiento de dicha biomasa, se realizó además un ensayo de secado, en un predio dispuesto por la misma municipalidad ubicado en el parque industrial de Lavalle. La realización de este ensayo se aborda a fin de conocer las distintas implicancias operativas de suplir una demanda energética a partir de este recurso, como son

la necesidad de espacio para guardar el biocombustible y la realización de preacondicionamiento para su uso.

Según datos proporcionados por la municipalidad de Lavalle, en los meses de junio y julio, la poda municipal es aproximadamente de 5000 kg/día, con destino final en parte a compostaje (a través de convenio), usos sociales y relleno sanitario. Por otro lado, las actividades tercerizadas de mantenimiento y limpieza de cableado público realizadas a lo largo de todo el año por Edemsa, generan aproximadamente 1000 kg/día de residuos de poda, con destino final no totalmente definido.

4.6. Biocombustibles Sólidos

Los biocombustibles sólidos se pueden especificar o clasificar mediante:

- El origen y la fuente.
- El tipo de forma comercializada.

Tabla 1. Clasificación biocombustibles sólidos según el origen y fuentes de biocombustible.

TIPO BIOMASA	FUENTE BIOCOMBUSTIBLE
Biomasa leñosa	Biomasa leñosa procedente de montes, plantaciones y otras maderas vírgenes
	Subproductos y residuos de la industria maderera
	Madera usada
	Combinaciones y mezclas
Biomasa herbácea	Biomasa herbácea de la agricultura y la horticultura
	Subproductos y residuos de las industrias de procesamiento de herbáceas y alimentaria
	Combinaciones y mezclas
Biomasa de frutos	Frutales y frutos de la horticultura
	Subproductos y residuos de las industrias de procesamiento de frutos y alimentaria
	Combinaciones y mezclas
Biomasa acuática	Algas
	Plantas de mar y de lago
	Juncos
	Combinaciones y mezcla
Combinaciones y mezclas	Combinaciones
	Mezclas

Fuente: Elaboración propia (Basada en IRAM-ISO 17225-1: 2018)

Las formas comerciales principales y materias primas de los biocombustibles sólidos incluyen: Árbol entero; "Chip" de madera; Combustible triturado; Madera de tronco/rollizo; Tronco de madera; Leña; Costanero y recortes; Corteza; Polvo combustible; Aserrín; Viruta; Briqueta; Pellet; Fardo; Rastrojo picado o cultivo herbáceo energético; Grano o semilla; Carozos y cáscaras de frutos; Torta de fibra; Carbón vegetal; Biomasa tratada térmicamente. (IRAM-ISO 17225-1:2018)

4.7. Briquetas

Una opción viable para transformar cantidades considerables de material residual orgánico, es por medio de las tecnologías de densificación, obteniendo un producto compacto de mayor densidad aparente. Sin embargo, antes de este proceso, es necesario acondicionar tanto las propiedades físicas como químicas del material.

A los fines de este trabajo, se hace referencia a una de las formas densificadas, las briquetas.

Se define a las briquetas como "Biocombustible densificado, con o sin aditivos, generalmente con una forma cúbica, prismática o cilíndricas, con un diámetro mayor a 25 mm, producidas por compresión de biomasa triturada" (IRAM- ISO 17225-1: 2018)

4.7.1. Parámetros que afectan la calidad de briquetas

Los estándares técnicos definidos dentro de las Normas técnicas europeas, recogidos y adaptados a la realidad local en la serie IRAM-ISO 17225, definen múltiples parámetros, que se utilizan para caracterizar, evaluar y controlar la calidad de los biocombustibles sólidos.

Proporcionar principios claros e inequívocos de clasificación de los biocombustibles sólidos, sirve como una herramienta para permitir su comercialización de manera eficiente y el buen

entendimiento entre partes, y es de suma utilidad como herramienta para la comunicación con los fabricantes de equipos. Además, sirven a modo de referencia para su producción local.

Teniendo en cuenta los términos y definiciones de la ISO 16559, se explicitan algunos conceptos:

- Biomasa: es el material de origen biológico que excluye al material inserto en formaciones geológicas o fosilizadas.

$$\text{Biomasa (en fresco) (100\%)} = \text{Materia seca (\%)} + \text{Humedad (\%)}$$

- Humedad: Agua contenida en un combustible, que se puede remover bajo condiciones específicas.
- Contenido de Materia seca: Porción material que queda luego de la remoción de humedad de la biomasa. Es decir, es la fracción material con humedad 0%.

$$\text{Materia seca (100\%)} = \text{Cenizas (\%)} + \text{Carbono fijo (\%)} + \text{Materiales volátiles (\%)}$$

- Contenido de cenizas: Masa de residuo inorgánico remanente luego de la combustión de un combustible bajo condiciones especificadas; habitualmente se expresa como un porcentaje de la masa de materia seca en el combustible.
- Carbono fijo: Carbono remanente luego de la eliminación del agua, cenizas y material volátil.
- Materiales volátiles: Pérdida de masa, corregida por humedad, que se produce durante el calentamiento de un combustible en ausencia de aire, bajo condiciones específicas.

El valor de materias volátiles corresponde a esa fracción másica volatilizada solo por la acción del incremento de temperatura.

- Fusibilidad de la ceniza: Estado físico característico de la ceniza obtenida por calentamiento en condiciones específicas. Este parámetro nos da una idea de cómo se comportaría dicha ceniza dentro de una cámara de combustión, donde será sometida a altas temperaturas y donde es necesario evitar que las mismas, por acción de la temperatura, formen aglomerados más o menos adherentes que podrían perjudicar el flujo de materiales, la correcta combinación combustible-comburente y la transferencia térmica a través de las distintas superficies de intercambio. Adicionalmente, estos materiales antes mencionados, podrían dar lugar a condiciones que favorezcan la corrosión de los componentes metálicos de los equipos.
- Densidad de partícula, D_E : Densidad de una partícula individual.
- Densidad aparente, ρ : Masa de una fracción (es decir, una cantidad significativa de material particulado) de combustible sólido dividida por el volumen del recipiente contenedor lleno de dicha fracción, en condiciones específicas. Es decir, es una relación masa/volumen, que considera el volumen de los espacios no ocupados por las partículas del material.
- Poder calorífico inferior, $q_{p,net}$: Valor calculado de la energía de combustión específica de un combustible sólido quemado en presencia de oxígeno, bajo condiciones tales que toda el agua de los productos de reacción permanece como vapor.
- Poder calorífico superior, $Q_{v,gr}$: Valor medido de la energía de combustión específica de un combustible sólido quemado en presencia de oxígeno, en una bomba calorimétrica, bajo condiciones tales que toda el agua de los productos de reacción se encuentra en la forma de agua líquida.

- Durabilidad mecánica, DU: Capacidad de las unidades de combustible densificado (por ejemplo, briquetas, “pellets”) para permanecer intactos durante la manipulación y el transporte.

A continuación, se muestra un esquema representativo de especificación de las propiedades de las briquetas basadas en la norma IRAM-ISO 17225-1: 2018. Se especifican además clases dentro de cada propiedad.

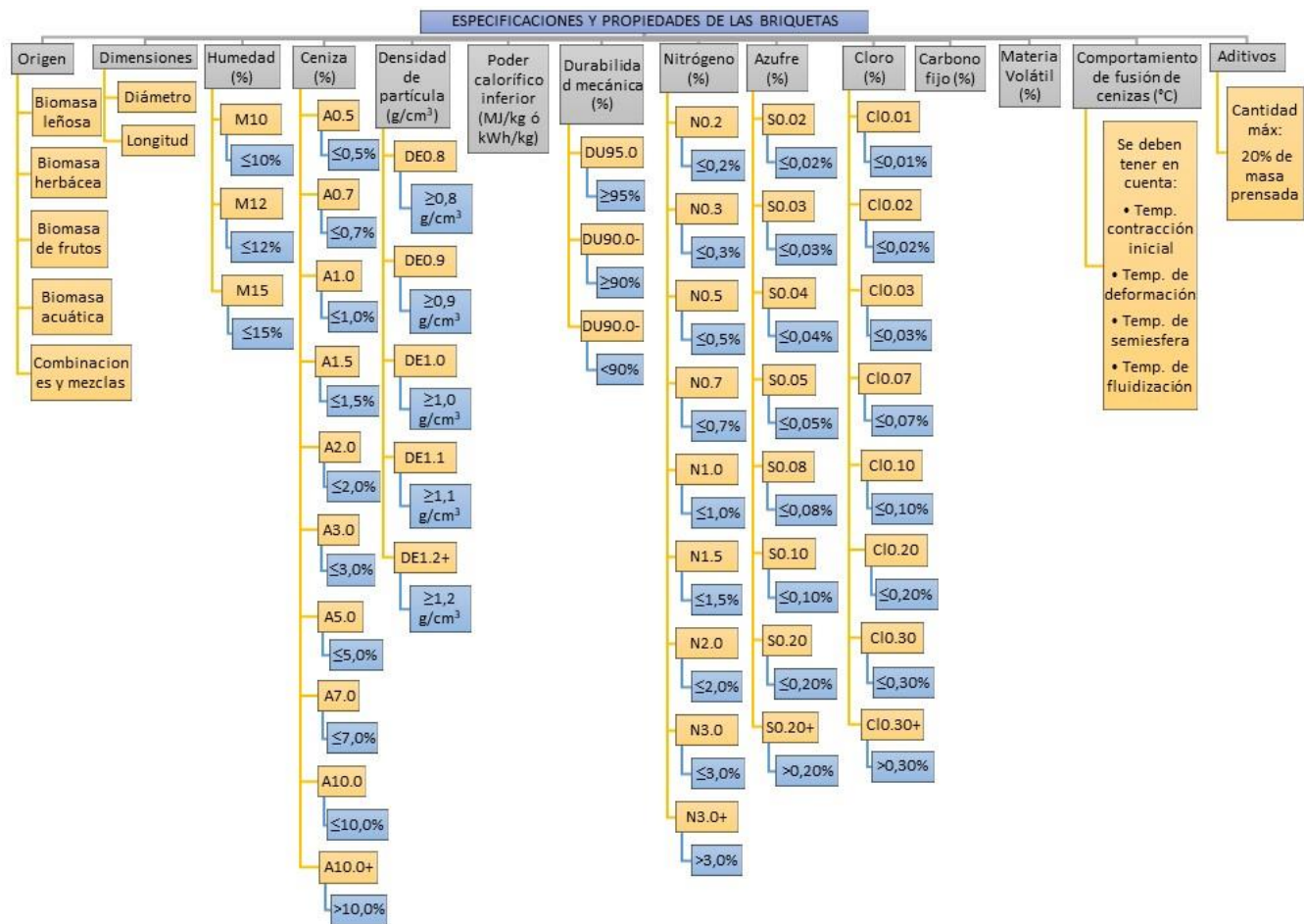


Ilustración 3. Esquema de especificaciones y propiedades normativas e informativas de las briquetas, basado en norma IRAM-ISO 17225-1:2018. Fuente: Elaboración propia

4.8. Descripción y disponibilidad de maquinaria para elaborar briquetas

En cuanto a tecnología, para la elaboración y desarrollo de briquetas de biomasa, se necesita principalmente de dos tipos de máquinas. Por un lado, una máquina chipeadora, que se encargue del triturado del material biomásico residual, y, por otro lado, una máquina briqueteadora, que mediante compresión de partículas genere una compactación de la biomasa utilizada y dé la forma final a las briquetas.

Con respecto a la tecnología local existente para la elaboración, la municipalidad de Lavalle, cuenta actualmente con una máquina chipeadora de cuchillas modelo CH 750 portátil, adquirida en el año 2020.

Con respecto a la máquina briqueteadora, presenta dos opciones que pueden servir para el desarrollo futuro del negocio. Una de ellas, es invertir y adquirir una briqueteadora propia. La otra opción es la contratación particular o alquiler, a algún productor local que ya cuente con el equipo necesario, un ejemplo es el Sr. Miguel Farías, productor local de briquetas de biomasa ubicado en la localidad de Uspallata, departamento de Las Heras, que lleva a cabo un proyecto de producción propia de briquetas y que tiene experiencia también en proyectos de briqueteado por contratación particular.

4.9. Descripción del proceso de densificación de biomasa

El proceso de densificado de biomasa, se lleva a cabo a partir de tecnologías de compactación a alta presión. Por lo general, la elaboración de briquetas puede realizarse por medio de sistemas hidráulicos, prensas mecánicas o prensas de rodillos.

Es importante que se produzcan interacciones fuertes entre partículas sólidas, esto ayudará a minimizar los espacios que quedan entre ellas, obteniendo una mayor densidad. (Krizan, P. 2015)

A continuación, se realiza una breve descripción del proceso de elaboración de briquetas a partir de experiencias realizadas por un productor de briquetas local, y soporte bibliográfico:

La preparación de la biomasa específica resulta primordial para su utilización como materia prima en máquinas briqueteadoras. En primer lugar y dependiendo del material utilizado, deben verificarse ciertos parámetros requeridos por la máquina briqueteadora, como son el tamaño o granulometría y la humedad del material al momento de su uso, además se debe tener en cuenta la composición del mismo. Una vez realizada esta verificación, se puede optar por chipearlo para obtener la granulometría requerida. Luego de la adaptación a cierto tamaño, se puede proceder a su procesamiento a través de la máquina briqueteadora.

Como mencionan Tumuluru, J. S., & Wright, C. T. (2010) en primer lugar, la biomasa se comprime parcialmente requiriendo la máxima energía para superar la fricción de las partículas. En esta zona, las partículas se acercan entre sí, volviendo más fuertes las fuerzas entre ellas, de manera de proporcionar mayor resistencia al material densificado.

Cabe destacar que existen distintos tipos de máquinas briqueteadoras, entre ellas se destacan las briqueteadoras de tornillo y las de pistón. Su principal diferencia reside en el mecanismo utilizado para la extrusión del material. Las briqueteadoras de tornillo mueven el material desde el puerto de alimentación con la ayuda de un tornillo giratorio, a través del cilindro y contra una matriz, mientras que las briqueteadoras de pistón, por otro lado, comprimen el material por medio de golpes producidos por un pistón accionado a través de dos volantes.

Sin embargo, ambas cumplen la misma función general que implica forzar al material biomásico a ingresar a un recinto de menor sección, generando un gradiente de presión y una fricción significativa que genera un aumento de temperatura (200°C-250°C aproximadamente), ablandando el material y acercando mayormente a las partículas, haciendo posible el entrelazamiento entre ellas.

Es importante en este momento hacer un control de la temperatura, si el calor generado dentro del sistema no es suficiente para que el material alcance un estado pseudoplástico para una extrusión suave, se proporciona calor a las extrusoras desde el exterior mediante calentadores de banda o de cinta. Una temperatura adecuada asegura que la lignina se pseudo plastifique, lo cual es importante debido a su función como aglutinante natural. (Tumuluru, J. S., & Wright, C. T. 2010). La insuficiencia de aglutinante natural, muchas veces implica la necesidad de agregar aditivos que cumplan esta función, o de mezclar con otro material que sí tenga suficiente. Durante todo este proceso debe regularse además la alimentación de la máquina o ritmo de carga del material, esto puede ser de manera manual o automatizada.

Es importante mencionar, que la humedad del material utilizado es un factor importante que influye en la calidad de compactación del producto obtenido. Por medio de experiencias y conocimientos se ha llegado a determinar que el rango óptimo de humedad varía entre el 8-18%, niveles más altos o bajos de humedad generan una inconsistencia final de la briqueta. (Krizan, P. 2015)

En una tercera etapa, la biomasa ingresa a la matriz cónica, donde la humedad se evapora aún más debido a una temperatura predominante más alta (280 °C aproximadamente), lo que ayuda a humedecer mejor y aumentar la compresión del material. (Tumuluru, J. S., & Wright, C. T. 2010)

Por último, la pérdida de vapor y la compactación ocurren de manera simultánea, normalizando la presión en todo el material, obteniendo briquetas como producto densificado.

5. PREFACTIBILIDAD TÉCNICA DEL NEGOCIO

5.1. Modelo de negocio

Producción de briquetas biomásicas agrícolas.

En este modelo de negocio se asume como desarrollador a la Municipalidad de Lavalle, con intención de aprovechar energéticamente parte de la biomasa residual proveniente de la región vitivinícola norte.

La cadena de producción se inicia desde la recolección del material residual “Sarmientos” en establecimientos de fincas y bodegas ubicadas en el departamento de Lavalle, continuando con su transporte, acopio del material y preacondicionamiento en establecimiento municipal “Parque Industrial de Lavalle”, finalizando con el desarrollo de briquetas de dicho material por medio del uso de equipos necesarios: Máquina chipeadora municipal y máquina briqueteadora (propia en caso de realizar una inversión o por contratación particular en caso de no realizar la inversión).

Cabe aclarar que se tuvo en cuenta la recolección y traslado residual de poda pensando en 3 establecimientos elegidos como representativos de la localidad de Tulumaya (localidad con capacidad de generación potencial, suficiente para abastecer de materia prima a este proyecto) y la zona industrial, a modo de promediar la distancia de traslado.

Para este negocio, se debe considerar que el municipio ya cuenta con el equipo de chipeado necesario, como también de un predio en su parque industrial para el acopio y preacondicionamiento del material. Sin embargo, se tuvieron en cuenta los costos de inversión de la adquisición de un equipo de chipeado y briqueteado, no así el del terreno. Por otro lado, el resto de los costos de producción se basaron en la contratación de camiones para la recolección y transporte del material, compra de materiales e insumos necesarios, sueldos por mano de obra y contratación de servicios de mantenimiento y laboratorio. Sin embargo,

debe tomarse en cuenta la posibilidad de que la tarea de recolección pueda integrarse al servicio de poda urbana y recolección residual municipal existente.

También se tuvo en cuenta la productividad estimada de poda de vid del departamento de Lavalle, 10.306,6 t/año, correspondientes a vid en espaldero y 32.603,8 t/año, correspondientes a vid en parral, a partir de datos de RUT año 2020 y coeficientes del estudio de FAO “Análisis Espacial del Balance Energético Derivado de Biomasa – Provincia de Mendoza” (2017), dando una idea de la disponibilidad bruta del recurso en el municipio. (INTI. 2021)

Con respecto al mercado de inserción del producto final, el mismo podrá ser utilizado a nivel industrial por cualquier industria que requiera de material combustible y cuente con calderas o quemadores especialmente adaptados; o bien, utilizarse a nivel residencial en sistemas de calefacción o cocción.

5.2. Caracterización del Material Biomásico Residual “Sarmientos”

5.2.1. Toma de muestras

A fin de validar valores de referencia del tipo de material “Restos de poda de vid” en bibliografía, sobre el contenido de humedad, contenido de cenizas, contenido de materiales volátiles y poder calorífico. Se tomaron muestras de este material en dos fincas del departamento de Lavalle, representativas de los tipos de sistemas de conducción: espaldero y parral.

5.2.2. Ensayo de humedad del material

Para realizar el ensayo de humedad se utilizaron bolsas de nylon herméticas y frascos de vidrio, a modo de evitar pérdidas de humedad por secado natural, una vez podado el material

y durante su traslado. Luego, se trasladaron las muestras hasta el establecimiento de INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) Mendoza, donde se determinó el contenido de humedad en base húmeda.

A continuación, se detalla el equipo necesario y el procedimiento de realización del ensayo para la determinación de humedad en muestras de biocombustibles, basado en el procedimiento predeterminado en la norma UNE-CENT/TS 14774-1: 2007.

Equipo necesario:

- Plato de material no absorbente, no corrosivo y resistente al calor.
- Estufa de secado: permite proporcionar la temperatura requerida de manera uniforme 105 ± 2 °C, sin que se produzca escasez de renovación de aire en su interior.
- Balanza analítica: aproximación de 0,1 mg.

Procedimiento:

1. Calentar el plato vacío en la estufa a 105 ± 2 °C por 60 minutos. Enfriar en el desecador. Pesar con una aproximación de 0,1 mg y registrar el valor.
2. Colocar al menos 3 g de muestra molida en el plato, esparcida uniformemente. Pesar con una aproximación de 0,1 mg y registrar el valor.
3. Colocar las muestras en la estufa a 105 ± 2 °C. Mantener la temperatura por al menos 120 minutos. Sacar y pesar en caliente (en menos de 15 s, para evitar la absorción de humedad). Colocar nuevamente en la estufa por 60 minutos. Sacar y pesar en caliente. Repetir las veces necesarias hasta alcanzar humedad constante (pérdida de masa menor al 0,2 % del total perdido en los primeros 120 minutos). Pesar con una aproximación de 0,1 mg y registrar el valor.

Es importante destacar, que el ensayo se realiza por duplicado, por lo que el resultado será la media de las dos determinaciones realizadas. Por último, una vez finalizado dicho ensayo, resta realizar el siguiente cálculo que se muestra a continuación.

$$\% H_{bh} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100$$

Donde,

% H_{bh} es el porcentaje de humedad de la muestra, en base húmeda;

m₁ es la masa (g), del plato vacío;

m₂ es la masa (g), del plato con la muestra;

m₃ es la masa (g), del plato con la muestra después del secado a masa constante.

5.2.3. Ensayo determinante del Contenido de cenizas

A continuación, se detalla el equipo necesario y el procedimiento de realización del ensayo para determinar el contenido de cenizas en muestras de biocombustible, utilizando como referencia el procedimiento predeterminado en la norma UNE-EN 14775: 2010.

Equipo necesario:

- Plato de material inerte (Porcelana, sílice, platino)
- Mufla (Horno que permite proporcionar la temperatura requerida de manera uniforme, sin que se produzca escasez de oxígeno en su interior)
- Balanza analítica (Aproximación de 0,1 mg)
- Desecador (Provisto con gel de sílice)

Procedimiento:

1. Calentar el plato vacío en la mufla a 550 ± 10°C por 60 minutos. Enfriar en el desecador. Pesar con una aproximación de 0,1 mg y registrar el valor.
2. Colocar al menos 1 g de muestra en el plato, esparcida uniformemente. Pesar con una aproximación de 0,1 mg y registrar el valor.
3. Colocar las muestras en la mufla fría. Elevar la temperatura a 250°C, con una rampa de calentamiento de 5°C/min. Mantener la temperatura por 60 minutos (para eliminar

los volátiles). Elevar la temperatura hasta los $550 \pm 10^{\circ}\text{C}$, con una rampa de calentamiento de $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Mantener la temperatura por al menos 120 minutos.

4. Sacar el plato de la mufla. Verificar que no existan indicios de incineración incompleta (presencia de hollín) y enfriar en desecador. Pesar con una aproximación de 0,1 mg y registrar el valor.

En este caso, también es importante que el ensayo se realice por duplicado. Luego el resultado se registra como la media de las dos determinaciones realizadas, con aproximación del 0,1%.

Una vez finalizado el ensayo, se procede a realizar el cálculo de determinación que se muestra a continuación.

$$\% \text{Cz}_{\text{bs}} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \cdot \frac{100}{100 - \% \text{Hbh}}$$

Donde,

$\% \text{Cz}_{\text{bs}}$ es el contenido de ceniza de la muestra, en base seca;

m_1 es la masa (g), del plato vacío;

m_2 es la masa (g), del plato con la muestra;

m_3 es la masa (g), del plato con la ceniza;

$\% \text{Hbh}$ es el porcentaje de humedad de la muestra, en base húmeda.

5.2.4. Ensayo determinante del Contenido de Materias volátiles

A continuación, se detalla el equipo necesario y el procedimiento de realización del ensayo, para determinar el contenido de materias volátiles en muestras de biocombustibles, según la norma UNE-EN 15148: 2010.

Equipamiento necesario:

- Crisol cilíndrico con tapa de buen ajuste dispuestos en soporte que facilite su manipulación. (Ambos de sílice fundido u otro material resistente a la elevada temperatura del ensayo)
- Mufla (Que permite proporcionar la temperatura requerida de manera uniforme $900 \pm 10^\circ\text{C}$, y que la misma se recupere rápidamente (menos de 4 min) al ser abierta para introducción de muestras.
- Balanza analítica (Aproximación de 0,1 mg)
- Desecador (Provisto con gel de sílice)

Procedimiento:

1. Calentar los crisoles vacíos y sus tapas, en la mufla a $900 \pm 10^\circ\text{C}$ por 7 minutos. Enfriar en el desecador. Pesar con una aproximación de 0,1 mg y registrar el valor.
2. Colocar $1 \pm 0,1$ g de muestra molida en el crisol uniformemente. Colocar la tapa. Pesar con una aproximación de 0,1 mg y registrar el valor.
3. Colocar las muestras en la mufla a $900 \pm 10^\circ\text{C}$ por 7 minutos. Sacar y enfriar en el desecador. Pesar con una aproximación de 0,1 mg y registrar el valor.

Se debe realizar el ensayo por duplicado, siendo el resultado registrado como la media de las dos determinaciones, con una aproximación del 0,1%. Debe tenerse en cuenta la complementación de este ensayo con el ensayo del contenido de humedad.

Una vez finalizado el ensayo, se procede a realizar el cálculo de determinación que se muestra a continuación.

$$\% MV_{bs} = \left[\frac{100 * (m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} - \% Hbh \right] * \left(\frac{100}{100 - \% Hbh} \right)$$

Donde,

$\% MV_{bs}$ es el porcentaje de materia seca de la muestra, en base seca;

m_1 es la masa (g) del crisol vacío y su tapa;

m_2 es la masa (g) del crisol con la muestra y su tapa, antes del calentamiento;

m_3 es la masa (g) del crisol con la muestra y su tapa, después del calentamiento;

% H_{bh} es el porcentaje de humedad de la muestra, en base húmeda.

5.2.5. Ensayo de Secado del material

Un parámetro importante a tener en cuenta para el uso correcto de sarmientos como materia prima en máquinas briqueteadoras, es su contenido de humedad.

La importancia de realizar ensayos de secado, se fundamenta en los perjuicios para la máquina chipeadora al momento de chipear el material, ya que un exceso de humedad genera un empastado y muchas veces esto puede provocar rupturas de las correas, implicando un costo adicional.

El secado de la madera se entiende como la práctica y técnica desarrollada para eliminar agua de la madera, sin que ésta se perjudique, hasta un punto tal, en que la misma se encuentre en equilibrio higroscópico con el medio ambiente en el cuál será utilizada. (Calderón, A. D. 1993)

El equilibrio higroscópico (EH) es el estado en el cual la humedad de la madera se equilibra con las condiciones ambientales de humedad y temperatura. El EH en la provincia de Mendoza varía entre el 8-12%. (MAGyP. SF)

Para este ensayo se hizo uso del predio ubicado en el parque industrial de Lavalle. En primer lugar, se retiró parte del material de poda de las dos fincas antes mencionadas, por medio de un camión de carga. Una vez llegado al predio, se realiza el pesaje del material de poda de vid en báscula. Mediante la diferencia de pesos del camión cargado y descargado, se obtiene la cantidad de poda en masa/volumen.

Luego se procedió a armar pilas con el material de poda con dimensiones aproximadas de 7 m de largo x 2,5 m de ancho x 1,5 m de alto. Para esto se utilizó la técnica de secado ordenado implementando como base pallets de madera, de esta manera se separa el material de poda de la superficie del suelo, con el fin de acelerar su secado para lograr un contenido de humedad inferior al 25% en base seca. (SNCL. 2019)

Cabe mencionar que este tipo de biomasa tiene muy baja densidad aparente cuando se lo dispone en una pila de secado. Se estima una densidad máxima de una pila de sarmientos (Con humedad inicial) de unos 50 kg por m³.

Luego de 6 meses de secado del material residual de sarmientos en pilas, se procedió a tomar muestras para determinar nuevamente el contenido de humedad. A continuación, se presentan los resultados del ensayo de humedad en base húmeda del material muestreado.

5.2.6. Resultados de ensayos

Tabla 2. Resultados de humedad de poda al inicio de secado (base húmeda) de dos fincas del departamento de Lavalle, representativas de los sistemas de conducción Espaldero y Parral tradicional.

Nombre	Localización	Muestra	Conducción	Humedad b.h (%(m/m) ar)	Humedad b.h. (%) (media)
Finca Bonilla	El Vergel, Lavalle	Vid Var. Bonarda	Espaldero	42,10	42,90
Finca ILSA	Jocolí, Lavalle	Vid Var. Aspirant Bouchet	Espaldero	45,00	
Finca ILSA	Jocolí, Lavalle	Vid Var. Bonarda	Parral en H	41,60	

Fuente: Elaboración propia (Datos obtenidos de INTI)

Tabla 3. Resultados de humedad de poda al final de secado (base húmeda) de dos fincas del departamento de Lavalle, representativas de los sistemas de conducción Espaldero y Parral tradicional.

Muestra	Humedad b.h. (%)	% Humedad b.h. (media submuestras)
A	6,38	6,32
A´	6,25	-

Fuente: Elaboración propia (Datos obtenidos de INTI)

5.3. Descripción del proceso productivo

Se describe a continuación el proceso de producción pensado para elaboración de briquetas de sarmientos. Además, se presenta un diagrama de flujo del proceso productivo.

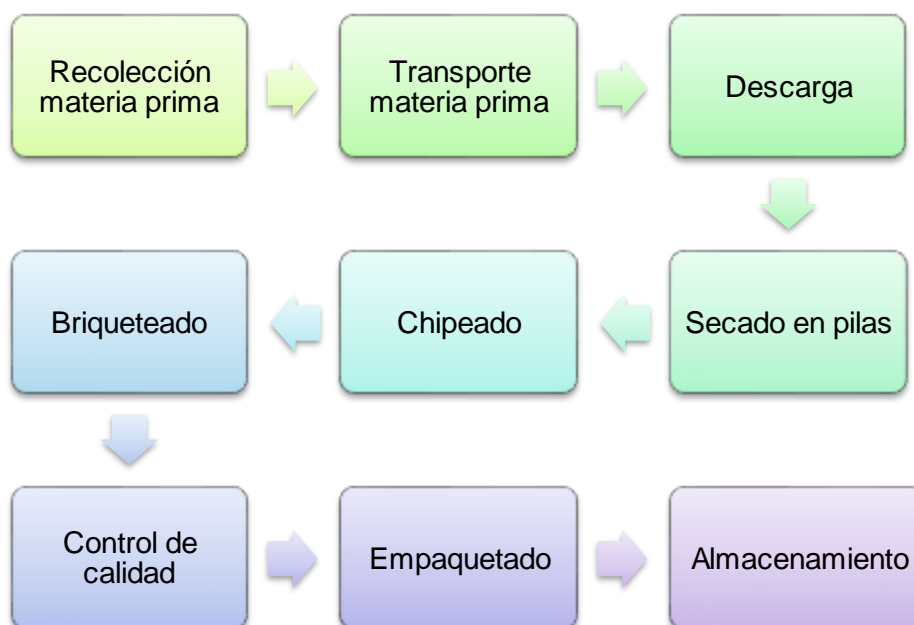


Ilustración 4. Diagrama de flujo del proceso productivo de elaboración de briquetas de sarmientos en el Departamento de Lavalle, Mendoza. Fuente: Elaboración propia

5.3.1. Obtención materia prima “Sarmientos”

La materia prima, como ya se mencionó anteriormente, son los sarmientos obtenidos de la poda de vid en fincas y bodegas ubicadas en el departamento de Lavalle.

5.3.2. Recolección y transporte

En primer lugar, se realizará la recolección de sarmientos en fincas y bodegas ubicadas en el departamento de Lavalle. Teniendo en cuenta que la poda se efectúa a lo largo de los meses de junio, julio y agosto, se tomarán estos meses, a modo de referencia de la mayor producción residual y, por ende, la realización de la recolección de los sarmientos.

Una de las actividades a realizar es la remoción de los sarmientos, lo que implica el movimiento de los sarmientos desde las hileras hasta el lugar donde se realiza el enfardado.

Teniendo en cuenta la baja densidad de las pilas en el ensayo de secado (densidad aparente de 55 kg/m^3 , con humedad inicial de aproximadamente 43 %), como también la logística para facilitar el ordenamiento, transporte y acopio de la biomasa, se utiliza un equipo empaquetador que enfarda los restos de poda reduciendo su volumen y homogeneizándolo.

Una vez efectuada la recolección y el empaquetado, se procederá a transportar el material por medio de camiones de carga hacia el predio ubicado en la Zona Industrial Lavalle.

También se incluye en la etapa de transporte, la carga de los sarmientos, el pesaje del material mediante báscula una vez llegado al predio de disposición y la descarga de los mismos. Para el pesaje del material, se calculará la cantidad de poda en kg mediante la diferencia de pesos del camión cargado y descargado.

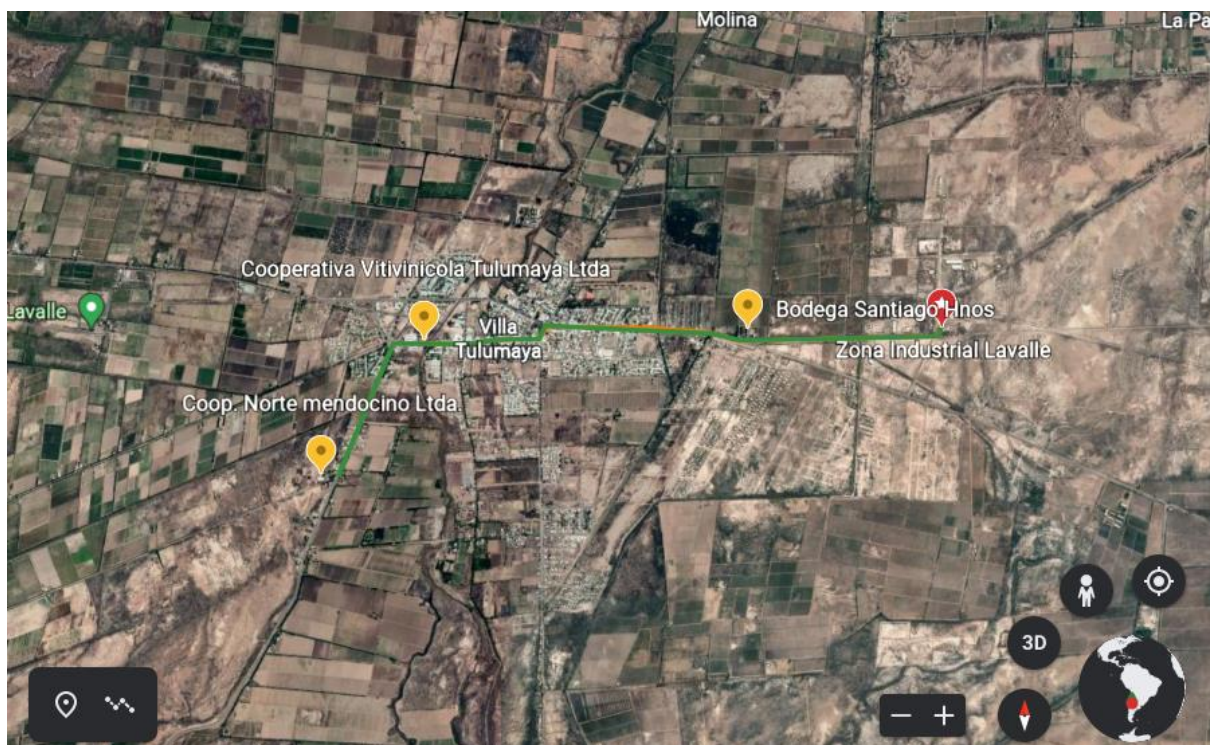


Ilustración 5. Rutas de recolección y transporte posibles de residuos de poda. Desde establecimientos representativos de la localidad de Tulumaya a Zona industrial del departamento de Lavalle, Mendoza. (Google Earth. 2022)

5.3.3. Secado

Una vez que se realiza la descarga del material residual en el predio industrial, se procede a armar pilas de secado. El diseño de las pilas se basa en la técnica de secado ordenado, con dimensiones aproximadas de 7 m de largo x 2,5 m de ancho x 1,5 m de alto.

Partiendo de un contenido de humedad aproximado del 43% en base húmeda (Ver tabla 3), mediante la etapa de secado se pretende llegar a un contenido de humedad inferior al 25% en base húmeda.

El período de secado del material fue de 6 meses, los resultados de humedad obtenidos al finalizar este ensayo fueron del 6,3% (Ver tabla 4). El plazo de secado varía según la zona del país, se aproxima un plazo de 3 meses por pulgada de espesor. Sin embargo, en la provincia de Mendoza en verano incluso puede ser de aproximadamente 1 mes, con 1 pulgada de espesor. (Calderón, A. D.1993)

5.3.4. Chipeado

Una vez secados los sarmientos, se procede a chipear los mismos mediante máquina chipeadora a disco, hasta obtener la granulometría requerida por la máquina briqueteadora.

5.3.5. Briqueteado

Luego de la adaptación del material residual al tamaño requerido por la máquina briqueteadora. Se efectúa el briqueteado, siguiendo los pasos mencionados en el apartado 4.9.

5.3.6. Control de calidad y tratamiento residual

El control de calidad de las briquetas obtenidas se realiza de manera comparativa teniendo en cuenta los parámetros establecidos para briquetas de biomasa en la norma IRAM-ISO 17225-3: 2014, realizando las respectivas mediciones paramétricas.

Se deben tener en cuenta aspectos externos como son la forma, las dimensiones de la briqueta y densidad de partícula, y aspectos internos como humedad, durabilidad mecánica, contenido de cenizas, contenido de materiales volátiles, poder calorífico, entre los principales parámetros.

Es conveniente realizar el control de calidad antes del almacenamiento y al finalizar, para asegurar las buenas condiciones del producto, esto puede realizarse mediante la contratación de servicios de asistencia técnica.

Con respecto al tratamiento de posibles residuos industriales, que comprenden a aquellos de tipo sólido, líquido o gaseoso que deban ser eliminados del establecimiento, siguiendo la normativa ambiental vigente (Ley 25.612) y teniendo en consideración que el proyecto en sí no genera muchos residuos de este tipo, podrán disponerse en contenedores especiales

realizando una correcta separación y reciclaje a aquellos residuos de tipo sólido, en caso de no requerir un tratamiento previo. Como son por ejemplo los residuos de empaquetamiento.

Para el caso de aquellas briquetas que no cumplan con los estándares de calidad y deban desecharse, al igual que los restos de chipeado, no es necesario un tratamiento especial debido a su naturaleza orgánica. Ambos desechos podrían reingresar al sistema productivo, priorizando su reuso.

5.3.7. Empaquetado y almacenamiento

Para el guardado del material se recomienda implementar la siguiente metodología.

Se procede al armado de bolsas de aproximadamente 3 kg de briquetas para un mejor almacenamiento y guarda del material, y una cómoda manipulación al momento de su uso.

Es conveniente, además, proteger las briquetas de la exposición al agua ya que su humedecimiento provocaría roturas y pérdidas de calidad de las mismas, por lo que la elección del lugar de almacenamiento debe cumplir con buenas condiciones ambientales. Para esto, sería necesario su embalaje y una cobertura mínima.

5.4. Equipamiento necesario y productividad estimada

Empaquetadora de residuos de poda

Se realizó una solicitud presupuestaria del equipo empaquetador de residuos de poda UrBioPaq, a la empresa Lignis.

Se estima una inversión de US\$ 35.000

Se mencionan los detalles técnicos a continuación:

- Opera con un sistema hidráulico de tiro por sistema de avance tipo stroke -a pistón.
- Peso aproximado de la máquina (con depósito de aceite hidráulico lleno): 1.550kg.
- Implemento de arrastre, no vehicular.
- Potencia mínima requerida: 25 HP en toma de fuerza de 6 estrías de 35mm tipo agrícola.
- Capacidad de producción: 2 a 3,5 t/h

Para el caso del enfardado de sarmientos. Se considera una capacidad productiva (mínima) de 2 t/h, en fardos con una densidad aparente estimada de 250 kg/m³, a 20% de humedad (en base húmeda).

Cabe mencionar que este equipo trabaja conectado a la toma de fuerza de un tractor. Se asume que cada establecimiento cuenta con dicho vehículo.

Chipeadora a disco

Con respecto a la máquina chipeadora, la municipalidad de Lavalle adquirió en el año 2020 la máquina Chipeadora de cuchillas DEISA modelo CH750E portátil y con motor eléctrico.

Se estima una inversión de US\$ 16.650

A continuación, se detallan las características técnicas de la máquina:

Boca de entrada: 210x210 mm

Potencia: 40/60 CV o 29,4/44,1 kW

Capacidad de producción: 2 a 3 t/h

Motor eléctrico

Teniendo en cuenta que la capacidad de producción aproximada de dicha máquina, operando con madera blanda (tipo pino común, madera con una densidad de 500 kg/m^3) es de 2 a 3 toneladas/hora, y que comparativamente los fardos de sarmientos tienen una densidad menor estimada de 250 kg/m^3 (Humedad 20%), se considera que la productividad de la máquina en este caso será de la mitad, de 1 a 1,5 toneladas/hora. Se consideran, por un lado, jornadas laborales de 6 horas efectivas por día teniendo en cuenta paradas para comer, ritmos de carga de material y posibles complicaciones operativas. Por otro lado, 22 días al mes (sin contar sábados y domingos) y 10,5 meses por año (1,5 meses de receso por vacaciones). Se obtienen 1.386 horas efectivas de trabajo por año. Se multiplica la cantidad de horas efectivas de trabajo anuales por la capacidad de producción (mínima) 1 t/h de la máquina, obteniendo la capacidad de procesamiento.

Capacidad de procesamiento= 1.386 toneladas/año

Se toma como referencia este equipo de chipeado (capacidad productiva y potencia) para estimaciones de productividad máxima, contemplando además la posibilidad de su uso futuro.

Briqueteadora

Se realizó una solicitud presupuestaria de una máquina briqueteadora de pistón mecánica a la empresa "Lippel".

Se estima una inversión de US\$ 170.000

A continuación, se detallan las características técnicas de la máquina:

- BL 95/240
- Potencia Motor: 100 Hp ó 74,6 kW
- Silo dosificador
- Capacidad de producción máxima: 1800 kg/h ó 1,8 t/h
- Humedad del material: 8-12%

Dado que la capacidad de producción máxima es de 1,8 t/h, y que la densidad de los fardos es menor, se considera la mitad de la capacidad de producción y a este valor se le descontará un 20% de su capacidad máxima por posibles inconvenientes futuros, obteniendo una producción de 0,7 t/h.

Por otro lado, siguiendo con la lógica anterior y debido a que el requerimiento de humedad del material del equipo de briquetado es menor (Humedad 10%). Se estima la productividad en función de esta pérdida de densidad del material.

Productividad estimada= 1.232 toneladas/año

5.5. Consumo energético

El consumo energético se calcula teniendo en cuenta la potencia de cada equipo de producción y las horas efectivas de funcionamiento.

- Chipeadora: 14,7 kW (En función de la capacidad de producción: 1 t/h)
- Briqueteadora: 29,8 kW (En función del 80% de la capacidad máxima de producción)
- Total, potencia eléctrica maquinaria: 44,5 kW
- Horas efectivas de funcionamiento anuales: 1.386 h/año
- Total, según horas efectivas de funcionamiento anuales: 61.677 kWh
- Costo variable (con subsidio del Estado Nacional): \$12,67/kWh equivalentes a US\$ 0,11/kWh (cotización dólar billete a la compra, mayo 2022) (Categoría T2 especial. Potencias hasta 50 kW) (Cuadro tarifario Mendoza a usuario final nº 105/2022)
- Costo fijo (con subsidio del Estado Nacional): \$336,36/mes en concepto de cargo fijo + \$875,35/mes en concepto de cargo de comercialización, equivalentes a US\$2,82/mes en concepto de cargo fijo + US\$7,33/mes (cotización dólar billete a la compra, mayo 2022) (Categoría T2 especial. Potencias hasta 50 kW) (Cuadro tarifario Mendoza a usuario final nº 105/2022)

Se visualiza la capacidad de procesamiento estimada por período de tiempo y el consumo energético según la misma.

Tabla 4. Capacidad de producción estimada y consumo de energía eléctrica por período de tiempo.

Período de tiempo	Funcionamiento efectivo (hs)	Consumo energía eléctrica (kWh)
Día	6	267
Mes	132	5.874
Año	1.386	61.677

Fuente: Elaboración propia

5.6. Localización del proyecto

Se determina como localización del proceso productivo al parque industrial de Lavalle, ubicado en el departamento de Lavalle, donde se llevará a cabo el secado, chipeado de la materia prima, briqueteado y almacenamiento del producto final.

Los criterios de selección del parque industrial como lugar de desarrollo productivo que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes:

- La máquina chipeadora municipal se encuentra ubicada en este lugar.
- La disponibilidad de espacio en el predio para el armado de pilas de secado y el posterior almacenamiento de las briquetas elaboradas.
- La disponibilidad de espacio en el predio para la instalación de un equipo de briqueteado.
- La facilidad de acceso, conectividad y ubicación estratégica cercana a las fincas y bodegas donde se recolecta la materia prima.
- La disponibilidad de mano de obra municipal.
- Ser un territorio destinado a la producción industrial.

6. PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA

6.1. Postulados base

A fin de conocer la prefactibilidad económica del proyecto, se analizarán los posibles ingresos y egresos propios al negocio por medio de un flujo de fondos, para un período determinado de 5 años, considerado pertinente por el ciclo productivo, y con el objetivo de mostrar la rentabilidad del negocio en un período corto de tiempo.

Dicho proyecto se analizará por medio del establecimiento de indicadores de base como CAPEX (Gastos en capital), VAN (Valor actual neto), y TIR (Tasa interna de retorno). Seguido de una sensibilización de variables para analizar los posibles escenarios futuros.

A continuación, se detallan los elementos necesarios para la posible realización del flujo de fondos: Proyección de inversión inicial y proyección de costos de producción.

6.1.1. Inversión inicial

La inversión inicial o gastos en capital (CAPEX, traducida en inglés) considerada en este apartado incluye los costos por abastecimiento de equipos necesarios para la elaboración de briquetas biomásicas. Se debe tener en cuenta que el predio pensado para este negocio pertenece a la municipalidad de Lavalle, ubicándose en su parque industrial y se encuentra a predisposición de proyectos realizados o pensados para la misma, al igual que el equipo de chipeado. Sin embargo, se tendrá en cuenta este equipo en la inversión.

- **Terreno:** El terreno corresponde al parque industrial de Lavalle (propio de la municipalidad de Lavalle), por lo que no se tiene en cuenta su costo.

- **Equipos:** El equipo necesario incluye un equipo empaquetador de poda, una chipeadora a disco (ya adquirida) en el año 2020, igualmente se tiene en cuenta su costo, y una briqueteadora de pistón mecánica.

6.1.2. Proyección de la inversión inicial

A continuación, se presenta un cuadro resumen de la inversión inicial.

Tabla 5. Resumen de la proyección de inversión inicial

Inversión Inicial	Cantidad	Precio unitario (US\$)	Total (Cantidad* US\$)	Vida útil (Años)	Amortización anual (US\$)	Valor residual a 5 años (30%)
INFRAESTRUCTURA						
Terreno	1,00	-	-	-	-	
Total Infraestructura			-			
EQUIPOS						
Empaquetadora (C.P: 2 t/h)	1,00	35.000,00	35.000,00	10	3.500,00	10.500,00
Chipeadora a disco (C.P: 2 t/h)	1,00	16.650,00	16.650,00	10	1.665,00	4.995,00
Briqueteadora de pistón mecánica (C.P:1,4 t/h)	1,00	170.000,00	170.000,00	10	17.000,00	51.000,00
Total Equipos			US\$221.650,00		US\$22.165,00	US\$66.495,00
TOTAL INVERSIÓN INICIAL			US\$221.650,00			

Fuente: Elaboración propia

Se detalla a continuación el IVA sobre las inversiones.

Tabla 6. IVA sobre inversiones

Activos	Precio sin IVA (US\$)	IVA (21%)	Precio + IVA (US\$)
Empaquetadora	US\$ 35.000,00	US\$ 7.350,00	US\$ 42.350,00
Chipeadora a disco	US\$ 16.650,00	US\$ 3.496,50	US\$ 20.146,50
Briqueteadora de pistón mecánica	US\$ 170.000,00	US\$ 35.700,00	US\$ 205.700,00
Total		US\$ 46.546,50	US\$ 268.196,50

Fuente: Elaboración propia

6.1.2.1. Financiamiento

Para el financiamiento de la inversión en equipos y capital de trabajo, se tendrán en cuenta una financiación independiente, con capital propio.

Sin embargo, a modo de complementación se anexará un estudio de caso, que tenga en cuenta un financiamiento por línea de crédito bancaria y capital propio.

- **Créditos para adquisición de bienes - Banco Credicoop Ltda.**

Este crédito ofrece un financiamiento de hasta el 80% del valor del bien, con exclusión de IVA. Incluye todo tipo de bienes de capital (maquinaria o vehículos) que se encuentren afectados al desenvolvimiento de la empresa.

Mediante simulador de créditos se hace cálculo del crédito. Se utiliza el sistema de préstamo francés (cuotas mensuales) para un capital valorado en \$21.173.781,2 (80% de la inversión total), utilizando una TNA (tasa nominal anual) del 48% para un plazo de 5 años (60 cuotas). Ver anexo 8.

6.1.3. Ingresos antes de impuestos: Ventas

Tomando como referencia una consulta realizada en Corralón Santa Rita, Luján de Cuyo, Mendoza, el precio del kg de leña de algarrobo es de US\$ 0,22 + IVA. Es decir, que el precio por tonelada es de US\$ 223,66 + IVA.

En base a esto y a consulta de precios realizada a empresa productora argentina de briquetas de biomasa (Brik-Nic, Tierra del Fuego), el precio de venta por bolsa de 3 kg es de US\$1,26 (mayo 2022). Sin embargo, comparando las ofertas disponibles de leña en la provincia. Se establece que un precio de venta similar al de leña de algarrobo. El precio por tonelada de briqueta de poda de vid será de US\$230 + IVA.

Por otro lado, se tuvo en cuenta que la productividad estimada de 1.232 t se alcanza luego de un período de tiempo, correspondiente al necesario para la inserción del nuevo negocio y todas las dificultades que conlleva. Este valor se estima, considerando una capacidad de producción anual inicial del 70% al momento 0. Con un crecimiento del 10% para el primer año, aumentando la capacidad de producción anual al 80% de la capacidad máxima estimada.

Tabla 7. Proyección de ingresos estimados por ventas

Período	Momento 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capacidad de producción anual	-	70%	80%	100%	100%	100%
Ventas	-	862,4	985,6	1232	1232	1232
Precio Venta (US\$/t)	-	US\$ 230,00	US\$ 230,00	US\$ 230,00	US\$ 230,00	US\$ 230,00
IIBB aplicado a venta	-	8,05	8,05	8,05	8,05	8,05
Precio Venta contemplando IIBB (US\$/t)	-	US\$ 238,05	US\$ 238,05	US\$ 238,05	US\$ 238,05	US\$ 238,05
Ingreso por ventas (US\$)	-	US\$ 205.294	US\$ 234.622	US\$ 293.278	US\$ 293.278	US\$ 293.278

Fuente: Elaboración propia

6.1.4. Impuestos y tasas

Teniendo en cuenta que se espera que el proyecto tome como forma societaria: Sociedad anónima (S.A.). Deben tenerse en cuenta los siguientes impuestos:

- **Impuesto al valor agregado: IVA**

El impuesto al valor agregado es una carga fiscal sobre el consumo. Al impactar directamente sobre el proyecto, debe tenerse en cuenta la cantidad de IVA a pagar de las ventas, costos, inversiones e intereses. El IVA puede generar una deuda fiscal o un crédito fiscal a favor del proyecto.

- ***Impuesto a las ganancias***

Es un impuesto que se aplica a todas las ganancias obtenidas en un año fiscal. Se comprenden 4 categorías divididas según cual sea la fuente de ganancias.

Para este negocio se asume la tercera categoría, correspondiente a las ganancias de las sociedades y empresas unipersonales. Se calcula el pago de este impuesto como el 30% aplicado a las ganancias obtenidas por año fiscal.

- ***Ingresos brutos: IIBB***

Es el impuesto que corresponde a las actividades autónomas, actos u operaciones. Consiste en la aplicación de un porcentaje sobre la facturación de un negocio, independientemente de su ganancia. Se calcula el pago de este impuesto como el 3,5% aplicado a las facturaciones por ventas.

6.1.5. Egresos después de impuestos: Producción y costos

Los costos de producción (OPEX) fueron estimados por etapas, teniendo en cuenta todas las actividades previstas, desde la recolección y transporte del material residual, preacondicionamiento, y la producción final de briquetas. Se incluyen los costos por mano de obra, costos por energía eléctrica, insumos para maquinaria.

En todos los casos se tuvo en cuenta una jornada laboral de 6 horas, considerando 22 días hábiles de trabajo al mes. Específicamente para las etapas de recolección y transporte, y secado, se consideraron solo 3 meses al año correspondientes a junio, julio y agosto (meses activos de poda) para el cálculo del costo anual, para el resto de las etapas se consideran 10,5 meses por año (tomando en cuenta vacaciones).

- **Materia prima:** Corresponde a la adquisición de materia prima. En este caso la materia prima corresponde a residuos de poda de vid. Para este proyecto se considera una obtención de la materia prima a costo cero.

Debido a que la materia prima utilizada es un residuo desechado o incorporado por su valor biomásico. La municipalidad puede establecer un acuerdo con los establecimientos generadores, de manera de obtener este material de forma gratuita.

- **Material de empaque:** Corresponde a bolsas de nylon utilizadas para el empaquetado del producto final: briquetas biomásicas. La cantidad de este insumo se calcula en función de la productividad estimada.

Como se menciona anteriormente, teniendo en cuenta que la producción anual estimada es de 1.232 toneladas, y que cada bolsa de nylon tiene un peso aproximado de 3 kg. Se estima un requerimiento de 410.666 bolsas por año.

Consulta precio bolsas para leña de 3 kg \$1,25/Bolsa de 40x60cm/50 micrones, equivalentes a US\$ 0,01 (mayo 2022). Dirección: Ricardo Güiraldes 144 Dorrego, Mendoza.

- **Aceite para máquinas:** Incluye lubricante para el mantenimiento de la maquinaria.

Por un lado, Aceite hidráulico SAE 68, utilizado por el equipo empaquetador. Se consulta su valor en tienda FERCOL, con un costo de \$94.970 + IVA. Por otro lado, se consulta a lubricentro (Dardo A. Lucero S.A) por Aceite utilizado por la briqueteadora, PETRONAS AKROS HIDRAULIC 32 ISO VG 32 X 205 LTS con un valor de \$124.550+IVA.

- **Hilo de polipropileno:** Corresponde al insumo utilizado por el equipo de empaquetado para el atado.

Se consulta a proveedor TEXILO el valor de rollos de hilo de polipropileno para enfardar PARVAL con resistencia de hasta 120 kg y un rendimiento de 1.350 metros. Con valor de US\$ 38,94 por bobina.

- **Sueldos empleados:** Corresponde a los sueldos a los empleados encargados del proceso de producción desde el armado del secado en pilas hasta su almacenamiento.
- **Transporte:** Corresponde a los gastos de transporte de la materia prima hasta el establecimiento (Parque industrial de Lavalle).
- **Electricidad:** Corresponde a los gastos en electricidad de todo el proceso de producción.

6.1.5.1. Etapa de Recolección y Transporte

- **Remoción de sarmientos**

Debido a la capacidad productiva estimada, el requerimiento anual es de 1.386 toneladas secas de poda de vid (Humedad 20%, es decir 80% materia seca). Debido a que la recolección se realiza con un estado de humedad mayor (Humedad inicial del 42,9%, es decir 57% de materia seca), la cantidad de poda requerida es mayor, 1.945,26 toneladas.

Por otro lado, teniendo en cuenta que el valor de productividad media registrado en la zona de Lavalle durante el proyecto de relevamiento de Biomasa (INTI. 2021) es de aproximadamente 7 t/ha (Vid espaldero, humedad 45%), se puede determinar que la cantidad de hectáreas necesarias para abastecer el proyecto es de aproximadamente 278 hectáreas.

Dado que el precio de remoción de sarmientos por ha es de \$643 equivalentes a US\$ 5,38 (cotización mayo 2022) (Ver Anexo 7). Se estima que el costo anual por mano de obra de remoción de sarmientos es de US\$ 1.495,64.

- **Enfardado**

Para este trabajo se necesitan 2 operarios. Tomando como referencia el salario de un operario industrial promedio en Argentina (mayo 2022) de \$255/h equivalentes a US\$ 2,14/h (mayo 2022). Se estima un costo anual por mano de obra de US\$ 1.691,32.

Con respecto a los insumos que utiliza, se determina el requerimiento de aceite del equipo empaquetador. El mismo posee una capacidad de carga de 200 litros y solo debe adicionar por pérdidas o rotura de algún elemento hidráulico. Por otro lado, tomando como referencia la especificación de aceite que utiliza el sistema de lubricación del equipo empaquetador, Aceite hidráulico SAE 68, se consulta su valor en tienda FERCOL con un costo de \$94.970 + IVA, es decir, US\$795,33 + IVA.

Como indica el manual de operación de la empaquetadora, el único insumo del equipo, además del aceite lubricante, es el hilo de enfardado con el que se realiza el atado. Para esta operación, se debe utilizar rollos de hilo de 240 mm de largo, diámetro exterior 160 mm.

Pensando en 3 vueltas de hilo cada 45 cm de avance, como indica el proveedor del equipo, y teniendo en cuenta que se estiman unos 499 viajes al año (Ver "Traslado"), cada uno de ellos con una carga aproximada de 161 paquetes (80.339 fardos por año). Se calculó un uso de unos 6 m de hilo por fardo (30 cm diámetro y 1 m de largo).

Luego de consultar a proveedor TEXILO el valor de rollos de hilo de polipropileno para enfardar PARVAL con resistencia de hasta 120 kg y un rendimiento de 1.350 metros, con un costo de US\$ 38,94/ bobina. Se estima un requerimiento anual de 357 bobinas de hilo, traducido en un costo anual de US\$ 13.901,58.

Además, se tiene en cuenta un el costo anual por repuestos del equipo enfardador, estimando un valor del 2% del costo del mismo, siendo de US\$ 795,00 + IVA.

Dado que la empaquetadora trabaja conjuntamente con un tractor. Se tienen en cuenta los costos asociados a su utilización, consumo de combustible y costos por mano de obra del tractorista. Se estima un costo anual de US\$ 3.545,8. Se toma como referencia Tractor New Holland Workmaster 60 HP, año 2019. (INTA. 2021)

Coeficiente Consumo= 0,12 litros/CV * h (intensidad media)

Gasto de combustible (\$/h) = CV * Coef. Consumo * Precio gasoil

Gasto de combustible (\$/h) = 60 HP * 0,12 * 116 = 835,2

Tabla 8. Presupuesto uso tractor para empaquetadora

Actividad	Costo por hora (\$/h)	Cantidad de trabajadores (unitario)	Costo por jornada laboral (\$/jornada)	Costo por mes (\$/mes)	Costo anual 3 meses (\$/año)	Costo anual (US\$/año)
Tractor	234,0	1,0	1404,0	30888,0	92664,0	776,02
Combustible	835,2	-	5011,2	110246,4	330739,2	2769,78
Total					\$ 423.403,2	US\$ 3.545,8

Fuente: Elaboración propia (Basado en INTA 2021)

- **Traslado**

Para el traslado de la poda de sarmientos, se tuvo en cuenta la cantidad estimada de material por viaje (Dato obtenido de ensayo de secado realizado por INTI en proyecto de relevamiento de Biomasa municipal), el promedio de la distancia recorrida en km desde 3 establecimiento representativos de la localidad de Tulumaya, hasta la zona industrial de Lavalle, el consumo de combustible por distancia (Para camión Mercedes Benz 1114, con motor OM 352) y el precio del combustible (gasoil).

Cantidad estimada de material por viaje: Teniendo en cuenta el volumen de la carrocería del camión y de los paquetes de poda cilíndricos. Se puede estimar la cantidad de paquetes de poda por viaje.

- Volumen carrocería camión: 11,27 m³.
- Volumen paquetes de poda de vid (0,3 m diámetro y 1 m de largo): 0,07 m³
- Cantidad aproximada de paquetes de poda por viaje: 161 paquetes

Teniendo en cuenta que la densidad aparente de un fardo con 20% de humedad es de 250 kg/m³, si se considera la humedad inicial de 42,9%, entonces se puede estimar la densidad aparente al momento del traslado, la cual será de 350,9 kg/m³. A partir de este dato se puede estimar el peso de cada paquete, aproximadamente de 24,5 kg.

Se estima la cantidad de toneladas por viaje, a partir del dato de densidad aparente y el volumen de la carrocería del camión.

- Toneladas mínimas por viaje: 3,9 t

Considerando las 1.945,26 toneladas anuales requeridas (humedad 42,9%) y las toneladas por viaje. Se puede estimar la cantidad de viajes necesarios por año (Considerando solo en 3 meses, correspondientes a la poda).

- Cantidad de viajes: 499 viajes

Teniendo en cuenta que el precio por viaje se calcula en función del precio del combustible y cantidad de km por recorrer. Se puede estimar el costo del transporte de la materia prima.

Teniendo en cuenta las 278 hectáreas necesarias para abastecer el proyecto. Se puede estimar la distancia (km) a modo de determinar un costo por el traslado del material. Esto es posible a partir de información suministrada por el municipio de Lavalle en base al RUT 2020 departamental, sobre la cantidad de hectáreas de vid en espaldero cultivadas por distrito.

Se tomará un promedio de la distancia (km) de los establecimientos más representativos de la localidad de Tulumaya (538 ha cultivadas vid espaldero. RUT 2020) y la zona Industrial de Lavalle, a modo de ejemplificación, debido a su potencial de abastecimiento de materia prima para el proyecto.

Tabla 9. Rutas de posible recorrido para el traslado de poda de sarmientos

Ruta	Recorrido (km)	Recorrido total (km)
Zona industrial - Bodega Santiago Hnos.	1,5	3,0
Zona industrial - Cooperativa vitivinícola Tulumaya Ltda.	4,0	8,0
Zona industrial - Cooperativa Norte mendocino Ltda.	5,5	11,0
Promedio (km)		7,3

Fuente: Elaboración propia (Datos obtenidos de Google Earth- Maps)

Se tuvieron en cuenta las siguientes variables y cálculos:

- Consumo combustible (l/km): Se utiliza un camión Mercedes Benz 1114, motor OM 352, con consumo aproximado de 18 a 20 litros en 100 km. Se tiene en cuenta en el factor extra adicional.
- Precio combustible (\$/l): Se utiliza el precio del mes (mayo 2022) de \$116,1.
- Distancia recorrida total (km): Se tiene en cuenta el promedio de la distancia recorrida ida y vuelta, de 3 establecimientos representativos de la localidad de Tulumaya- departamento de Lavalle, hasta la zona industrial.
- Precio por viaje (\$/viaje): El precio por viaje se calcula teniendo en cuenta las 3 variables anteriormente mencionadas (Consumo de combustible, Precio de

combustible y distancia recorrida total). Por otro lado, se adiciona al precio un valor extra por gastos de mantenimiento vehicular, amortización e impuestos y de honorarios.

Factor adicional: 21% (IVA)+ 3,5% (IIBB) + 30% (Ganancias) + 70% (Honorarios) + 20% (Desgaste vehículo) + 20% (Consumo combustible)

Factor adicional = 1,6

- Cantidad de recorridos por tonelada (recorrida/t): La cantidad de recorridos futuros se estima a partir del ensayo de secado realizado en Lavalle, donde se cargó el chasis de un camión a tope con 620 kg de sarmientos.
- Precio de la tonelada (\$/t): El precio de la tonelada de sarmientos se calcula por medio de la multiplicación del precio por recorrido y la cantidad de recorridos por tonelada.

Tabla 10. Estimación de costos de traslado de sarmientos

Actividad	Precio combustible (\$/l)	Distancia recorrida (km)	Valor extra (unitario)	Precio por viaje (\$/recorrida)	Cantidad de viajes por año (viajes/año)	Costo anual (\$ARG)	Costo anual (US\$)
Traslado	116,00	7,30	1,60	1354,88	499,00	\$676.085,12	US\$5.661,88

Fuente: Elaboración propia (A partir de datos proporcionado por chofer)

6.1.5.2. Etapa de Secado del material

En esta etapa se tuvo en cuenta el costo por el armado de las pilas, pensando en el requerimiento de 2 operarios para este trabajo, se tomó como referencia el salario promedio de un operario industrial (mayo 2022). Estimando un costo por mano de obra anual de US\$ 1.691,32.

El secado pasivo, solo implica disponibilidad de tiempo y espacio, por tratarse de un procedimiento natural. Estimando un período de secado de 1 a 2 meses, se realiza 1 un control del secado del material, mediante ensayo de humedad. Este ensayo representa un costo anual de US\$ 5,11. (Presupuesto INTI mayo 2022, cotización mayo 2022)

6.1.5.3. Etapa de Chipeado del material

Para el chipeado de los sarmientos, se estima un requerimiento de 2 operarios cuyos salarios se estiman en función del salario promedio de un operario industrial en Argentina (mayo 2022), estimando un costo por mano de obra anual de US\$ 5.919,60.

Por otro lado, el mantenimiento de la chipeadora es calculado en función de las horas de operación de la máquina. Estimando un funcionamiento de 6 horas efectivas de la máquina por jornada laboral (teniendo en cuenta ritmos de carga, posibles complicaciones operativas y descansos), se realizará un mantenimiento de la chipeadora mensual, que incluye recambios de aceite y reparaciones. El costo anual por mantenimiento es de US\$ 134,54.

El costo de los repuestos se estima como el 2% del valor del equipo. Representando un costo anual estimado de US\$ 333,00.

6.1.5.4. Etapa de Briqueteado del material

Para el briqueteado de los chips, se estima un requerimiento de 2 operarios, siguiendo con la estimación del salario promedio en Argentina de un operario industrial, se estima un costo anual por mano de obra de US\$ 5.919,60.

Del mismo modo, el mantenimiento de la briqueteadora depende de las horas de operación de la máquina, e incluye por ejemplo el agregado de aceite, reparaciones o cambios de correas. Se estima un funcionamiento de 6 horas efectivas de la máquina por jornada laboral

(teniendo en cuenta ritmos de carga, complicaciones operativas y descansos), considerando un mantenimiento mensual. El costo anual por mantenimiento se estima en US\$ 134,54.

El costo de los repuestos se estima como el 2% del valor del equipo. Representando un costo anual de US\$ 3.400,00.

El sistema cuenta con equipo de lubricación, con un depósito interno para 100 litros de aceite. Teniendo en cuenta las verificaciones del equipo, se establece que cada 600 horas de funcionamiento de la máquina se debe drenar, limpiar el depósito y reemplazar el aceite. Sin embargo, el primer cambio de aceite de la máquina debe realizarse a las 400 horas de funcionamiento. Se puede estimar de esta manera el consumo de lubricante anual.

Considerando las 1.386 horas efectivas de trabajo por año y que se consumen 100 litros de aceite cada 600 horas de funcionamiento. Se necesitarían 231 litros de aceite por año para la máquina briqueteadora.

Tomando como referencia la especificación de aceite que utiliza el sistema de lubricación (ISO VGS 320 EP) detallada en manual de operación de la briqueteadora y la consulta de su valor en lubricentro (Dardo A. Lucero S.A.), se estima una compra de 2 unidades por año de PETRONAS AKROS HIDRAULIC 32 ISO VG 32 X 205 LTS con un valor de \$124.550+IVA, es decir US \$ 1.043,04 + IVA. Estimando un costo anual de US\$ 2.086,09.

6.1.5.5. Etapa de control de calidad

Dado que el control de calidad del producto final briquetas de biomasa de sarmientos se compone de varios ensayos, se tiene en cuenta el costo unitario por ensayo y la cantidad de ensayos necesarios por año.

Los ensayos se realizan una vez finalizado el producto y cada 3 meses de almacenamiento a modo de seguimiento y control de su calidad. Es decir, se realiza el control de calidad 4 veces

en un año (si el almacenamiento fuera de un año, factor variable dependiente de la venta o uso de la producción).

Tabla 11. Presupuesto por contratación de servicio de asistencia técnica para control de calidad de producto final

Actividad	Costo unitario (\$ ARG)	Costo unitario (US\$)	Costo anual (US\$/año)
Ensayo de humedad	610,00	5,11	20,43
Ensayo contenido de cenizas	420,00	3,52	14,07
Ensayo contenido de materiales volátiles	650,00	5,44	21,77
Ensayo PCS por calorimetría	2550,00	21,35	85,42
Total			US\$ 141,70

Fuente: Elaboración propia (Datos de costos unitarios de ensayos proporcionados INTI. Mayo 2022, cotizado a dólar mayo 2022)

Por otro lado, se estima un requerimiento de 2 operarios para las tareas de recolección y separación residual, siguiendo lo establecido por la CCT N° 576/10, se estima un costo anual por mano de obra de US\$ 9.587,4.

6.1.5.6. Etapa de empaquetamiento del material

Una vez elaboradas las briquetas de sarmientos, se realiza un empaquetado de 3 kg aproximadamente en bolsas de nylon, luego se realiza un acopio de las mismas.

El costo anual por la mano de obra del empaquetado se estima a partir del salario promedio de un operario industrial en Argentina (mayo 2022). Pensando en un requerimiento de 2 operarios por este trabajo. Costo anual de US\$ 5.919,60.

Como se mencionó anteriormente se estima un requerimiento de 410.666 bolsas por año, con un costo de US\$ 0,01/bolsa. Representando un costo anual por este insumo de US\$ 4.298,91.

6.1.5.7. Proyección de los costos de producción

Relación dólar estadounidense- peso argentino (mayo. 2022): US\$1 = \$119,41

Costos Variables (Directos)

- Materia prima: Sarmientos
- Materiales directos: Servicio energía eléctrica, Rollos de hilo, Bolsas de nylon, Repuestos y lubricantes
- Mano de obra directa: Recolección y transporte, Armado de pilas, Chipeado, Briqueteado, Tratamiento residual y Empaquetamiento.

Costos Fijos (Indirectos)

- Mano de obra indirecta: Ensayos de laboratorio y Mantenimiento.
- Crédito por inversión- Banco Credicoop Ltda.

Tabla 12. Costos Materiales Directos de producción (Sin IVA)

Insumos	Descripción	Cantidad (unitario)	Costo (US\$)	Total (cantidad * US\$)	Costo/año (US\$/año)
ETAPA RECOLECCION					US\$ 18.262,01
Rollos de hilo	Compra meses poda	357	38,94	13901,58	\$ 13.901,58
Lubricantes empaquetadora	Compra meses poda	1,00	795,33	795,33	\$ 795,33
Combustible Tractor	meses poda	-	-	-	\$ 2.769,78
Repuestos empaquetadora	Valor estimado: 2% del costo del equipo	1,00	795,33	795,33	\$ 795,33
ETAPA CHIPEADO					\$ 333,00
Repuestos	Valor estimado: 2% del costo del equipo	1,00	333,00	333,00	\$ 333,00
ETAPA BRIQUETEADO					\$ 5.486,09
Repuestos	Valor estimado: 2% del costo del equipo	1,00	3400,00	3400,00	\$ 3.400,00
Lubricantes	Compra anual	2,00	1043,04	2086,09	\$ 2.086,09
ETAPA EMPAQUETADO					\$ 4.298,91
Bolsas de nylon	Compra anual	410666	0,01	4298,91	\$ 4.298,91
Total Materiales directos					\$ 28.380,01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Costos Fijos y Variables por energía eléctrica

Insumos	Descripción	Cantidad (unitario)	Costo (US\$)	Total (cantidad * US\$)	Costo/jornada laboral (US\$/jornada laboral)	Costo/mes (US\$/mes)	Costo/año (US\$/año)
Energía eléctrica	Fijo + Comercialización	-	-	-	-	10,15	US\$ 106,58
Energía eléctrica chipeadora	Variable	14,70	0,11	1,62	9,70	213,44	US\$ 2.241,16
Energía eléctrica Briqueteadora	Variable	29,80	0,11	3,28	19,67	432,70	US\$ 4.543,31
TOTAL Fijo							US\$ 106,58
TOTAL Variable							US\$ 6.784,47

Fuente: Elaboración propia (Datos obtenidos de RESOLUCIÓN EPRE N° 105 / 2022. T2 especial-Grandes demandas- Potencias mayores a 10 kW)

Tabla 14. Costos por mano de obra Directa, por etapa (Sin IVA)

Mano de obra	Costo/año (US\$/año)
ETAPA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	\$ 9.624,86
Remoción sarmientos	\$ 1.495,64
Tractor	\$ 776,02
Enfardado	\$ 1.691,32
Traslado	\$ 5.661,88
ETAPA SECADO	\$ 1.691,32
Armado pila	\$ 1.691,32
ETAPA CHIPEADO	\$ 5.919,60
Chipeado	\$ 5.919,60
ETAPA BRIQUETEADO	\$ 5.919,60
Briqueado	\$ 5.919,60
ETAPA CONTROL DE CALIDAD	\$ 9.587,40
Recolección y separación residual	\$ 9.587,40
ETAPA EMPAQUETAMIENTO	\$ 5.919,60
Empaquetamiento	\$ 5.919,60
Total Mano de obra directa	\$ 38.662,39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Costos Mano de obra Indirecta por etapa (Sin IVA)

Actividad	Descripción	Cantidad (unitario)	Costo o Costo/hora (US\$/h)	Total (cantidad * US\$)	Costo/año (US\$/año)
ETAPA SECADO					\$ 112,42
Control: Ensayo de humedad	Realizado por asistente técnico contratado (unidad: pila secado)	22	5,11	112,42	\$ 112,42
ETAPA CHIPEADO					\$ 134,54
Mantenimiento	Realizada por técnico (unidad: operario)	1	134,54	134,54	\$ 134,54
ETAPA BRIQUETEADO					\$ 134,54
Mantenimiento	Realizada por técnico (unidad: operario)	1	134,54	134,54	\$ 134,54
ETAPA CONTROL DE CALIDAD					\$ 141,68

Ensayo humedad	Realizado por asistente técnico contratado (unidad: veces por año)	4	5,11	20,44	\$ 20,44
Ensayo contenido de cenizas	Realizado por asistente técnico contratado (unidad: veces por año)	4	3,52	14,08	\$ 14,08
Ensayo contenido materiales volátiles	Realizado por asistente técnico contratado (unidad: veces por año)	4	5,44	21,76	\$ 21,76
Ensayo PCS por calorimetría	Realizado por asistente técnico contratado (unidad: veces por año)	4	21,35	85,4	\$ 85,40
Total Mano de obra indirecta					\$ 523,17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Proyección de egresos según costos de producción (Sin IVA)

Período	Columna1	Momento 0 (US\$)	Año 1 (US\$)	Año 2 (US\$)	Año 3 (US\$)	Año 4 (US\$)	Año 5 (US\$)
Costos Variables (Directos)	Materia prima	US\$ 0,00	US\$ 0,00	US\$ 0,00	US\$ 0,00	US\$ 0,00	US\$ 0,00
	Materiales directos	US\$ 28.380,01	US\$ 28.380,01	US\$ 28.380,01	US\$ 28.380,01	US\$ 28.380,01	US\$ 28.380,01
	Mano de obra directa	US\$ 38.662,39	US\$ 38.662,39	US\$ 38.662,39	US\$ 38.662,39	US\$ 38.662,39	US\$ 38.662,39
	Servicio electricidad	US\$ 6.784,47	US\$ 6.784,47	US\$ 6.784,47	US\$ 6.784,47	US\$ 6.784,47	US\$ 6.784,47
Costos fijos	Mano de obra indirecta	US\$ 523,17	US\$ 523,17	US\$ 523,17	US\$ 523,17	US\$ 523,17	US\$ 523,17
	Servicio electricidad	US\$ 106,58	US\$ 106,58	US\$ 106,58	US\$ 106,58	US\$ 106,58	US\$ 106,58
Total CV		US\$ 73.826,87	US\$ 73.826,87	US\$ 73.826,87	US\$ 73.826,87	US\$ 73.826,87	US\$ 73.826,87
Total CF		US\$ 629,75	US\$ 629,75	US\$ 629,75	US\$ 629,75	US\$ 629,75	US\$ 629,75
Total costos sin IVA		US\$ 74.456,61	US\$ 74.456,61	US\$ 74.456,61	US\$ 74.456,61	US\$ 74.456,61	US\$ 74.456,61
IVA sobre costos		US\$ 15.635,89	US\$ 15.635,89	US\$ 15.635,89	US\$ 15.635,89	US\$ 15.635,89	US\$ 15.635,89
Total costos con IVA		US\$ 90.092,50	US\$ 90.092,50	US\$ 90.092,50	US\$ 90.092,50	US\$ 90.092,50	US\$ 90.092,50

Fuente: Elaboración propia

Se detalla a continuación el IVA sobre los costos de producción.

Tabla 17. IVA sobre costos de producción

Período	Momento 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Total CV	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9
IVA aplicado a CV	US\$ 15.503,6	US\$ 15.503,6	US\$ 15.503,6	US\$ 15.503,6	US\$ 15.503,6	US\$ 15.503,6
Total CF	US\$ 629,7	US\$ 629,7	US\$ 629,7	US\$ 629,7	US\$ 629,7	US\$ 629,7
IVA aplicado a CF	US\$ 132,2	US\$ 132,2	US\$ 132,2	US\$ 132,2	US\$ 132,2	US\$ 132,2
IVA total	US\$ 15.635,9	US\$ 15.635,9	US\$ 15.635,9	US\$ 15.635,9	US\$ 15.635,9	US\$ 15.635,9

Fuente: Elaboración propia

6.2. Resultados del flujo de fondos

6.2.1. Costo de oportunidad del proyecto

A fin de considerar como fuente de financiamiento únicamente el capital propio. Se utiliza el modelo CAPM como herramienta de valoración de activos financieros, a partir del cual se puede estimar la tasa de retorno del mismo. De esta manera se toma la rentabilidad mínima esperada del activo como el costo de oportunidad del capital.

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CAPM} = K_e = R_f + B_e * (R_m - R_f) + R_p$$

Donde:

k_e : Tasa de retorno requerida del capital propio después de impuestos

Donde:

R_f : Tasa de retorno libre de riesgo

R_p : Tasa de riesgo país

R_m : Rendimiento del mercado

Be: Beta unlevered

Tabla 18. Tasas consideradas para Ke.

Tasas	%
Rf ¹	1,94
Rp ² : EMBI+	18,52
Rm ³	15,63
Be ⁴	0,03

$$k_e = R_f + R_p + [Be * (R_m - R_f)]$$

$$k_e = 1,94 + 18,52 + [0,03 * (15,63 - 1,94)]$$

$$k_e = 20,87\%$$

Una vez aplicada las fórmulas correspondientes, se obtienen los siguientes valores:

CAPM	20,87%
------	--------

Este valor corresponde a la tasa de interés o costo de oportunidad del capital.

6.2.2. Flujo de fondos

Para realizar el flujo de fondos, se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

- Proyección a 5 años
- Relación dólar estadounidense- peso argentino (mayo. 2022): US\$1 = \$119,41

¹ <https://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-10-year-bond-yield-historical-data> Rentabilidad del bono Estados Unidos 10 años. Recuperado el 1 de junio de 2022.

² <https://www.ambito.com/contenidos/riesgo-pais-historico.html> *Ámbito. Riesgo país Argentina.* Recuperado el 1 de junio de 2022.

³ https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html *Historical Returns on Stocks, Bonds and Bills: 1928-2021.* Recuperado el 1 de junio de 2022.

⁴ <https://www.infrontanalytics.com/fe-EN/62404NU/Renewable-Energy-Group-Inc-/Beta> *Renewable Energy Group Inc. International Peers.* Recuperado el 1 de junio de 2022.

⁵ <https://datos.bancomundial.org/indicador/FR.INR.LEND?end=2021&locations=US&start=2016&view=chart>. Recuperado el 1 de junio de 2022.

- La tasa de interés o costo de oportunidad es de 20,87%

Tabla 19. Resumen de la proyección del flujo de fondos.

Período	Momento 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por ventas	-	US\$ 205.294,3	US\$ 234.622,1	US\$ 293.277,6	US\$ 293.277,6	US\$ 293.277,6
Costos Variables	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US \$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9
Costos Fijos	US\$ 629,7	US\$ 629,7	US\$ 629,7	US\$ 629,7	US\$ 629,7	US\$ 629,7
Amortización	-	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	S\$ 22.165,0	USU\$ 22.165,0
Utilidad bruta	-US\$ 74.456,6	US\$ 108.672,7	US\$ 138.000,5	US\$ 196.656,0	US\$ 196.656,0	US\$ 196.656,0
IVA	US\$ 62.182,4	US\$ 15.635,9	US\$ 15.635,9	US\$ 15.635,9	US\$ 15.635,9	US\$ 15.635,9
Impuesto a las ganancias	-	US\$ 32.601,8	US\$ 41.400,1	US\$ 58.996,8	USU\$ 58.996,8	US\$ 58.996,8
Utilidad neta	-US\$ 136.639,0	US\$ 60.435,0	US\$ 80.964,4	US\$ 122.023,3	US\$ 122.023,3	US\$ 122.023,3
Amortización	-	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0
Inversión Inicial	US\$ 221.650,0	-	-	-	-	-
Valor residual	-	-	-	-	-	US\$ 66.495,0
Flujo de fondos	-US\$ 221.650,0	US\$ 82.600,0	US\$ 103.129,4	US\$ 144.188,3	US\$ 144.188,3	US\$ 210.683,3

Fuente: Elaboración propia

6.3. Indicador de resultado: Valor actual neto (VAN)

Siendo de los métodos más utilizados para analizar la viabilidad y rentabilidad de proyectos, el valor actual neto se obtiene a partir de la suma de todos los flujos de caja futuros (en términos actuales) descontadas las inversiones. Es decir, que representará un reflejo del aumento o disminución del capital debido al proyecto.

Como criterio de decisión, si el VAN es positivo, se acepta el proyecto por considerarse viable, sin embargo, si este valor es negativo se rechaza el proyecto por su inviabilidad.

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{n=1}^N \frac{FFn}{(1+i)^n} - I$$

Donde:

FFn: Flujo de caja en el período n (En términos actuales)

I: Inversiones

n: N° de períodos

i: Tasa de interés del proyecto

Una vez aplicada la fórmula correspondiente, se obtuvo el siguiente valor actual neto:

VAN	US\$ 148.151,76
-----	-----------------

Siendo el valor actual neto: Positivo (+). El proyecto se considera viable.

6.4. Indicador de resultado: Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es aquella tasa que hace que el valor actual neto (VAN) sea igual a cero, es decir que se iguala el valor actual de los egresos con el valor actual de los ingresos esperados. En otras palabras, establece la tasa a la cual se recuperará la inversión.

Como criterio de decisión, se considera que si el valor TIR supera al costo de oportunidad se acepta el proyecto, en caso contrario, de ser menor se rechaza el proyecto.

Aplicada la fórmula correspondiente, se obtuvo la siguiente tasa interna de retorno:

TIR	44%
-----	-----

Siendo la tasa interna de retorno positiva y mayor al costo de oportunidad del proyecto, este se considera viable.

6.5. Sensibilización de variables

Inicialmente se asumió un precio de venta por tonelada de briquetas de sarmiento, similar al precio de la tonelada de leña de algarrobo. Frente a esto, se tomó la variable Precio de venta y se la sometió a variación, para visualizar el precio mínimo de venta con el que el proyecto sigue siendo viable. Es decir, el precio mínimo frente al cual los indicadores VAN y TIR siguen siendo positivos.

Tabla 20. Variación del Precio de venta proyectado y viabilidad del proyecto

Variación Precio de venta (%)	Precio de venta (US\$)	VAN (US\$)	TIR (%)
15%	264,5	\$ 226.651	56%
10%	253,0	\$ 200.484,5	52%
5%	241,5	\$ 174.318,1	48%
0%	230,0	\$ 148.151,8	44%
-5%	218,5	\$ 121.985,4	40%
-10%	207,0	\$ 95.819,0	36%
-15%	195,5	\$ 69.652,6	32%
-20%	184,0	\$ 43.486,3	26%
-25%	172,5	\$ 17.319,9	24%
-30%	161,0	-\$ 8.846,5	19%
-35%	149,5	-\$ 35.012,9	15%

Fuente: Elaboración propia

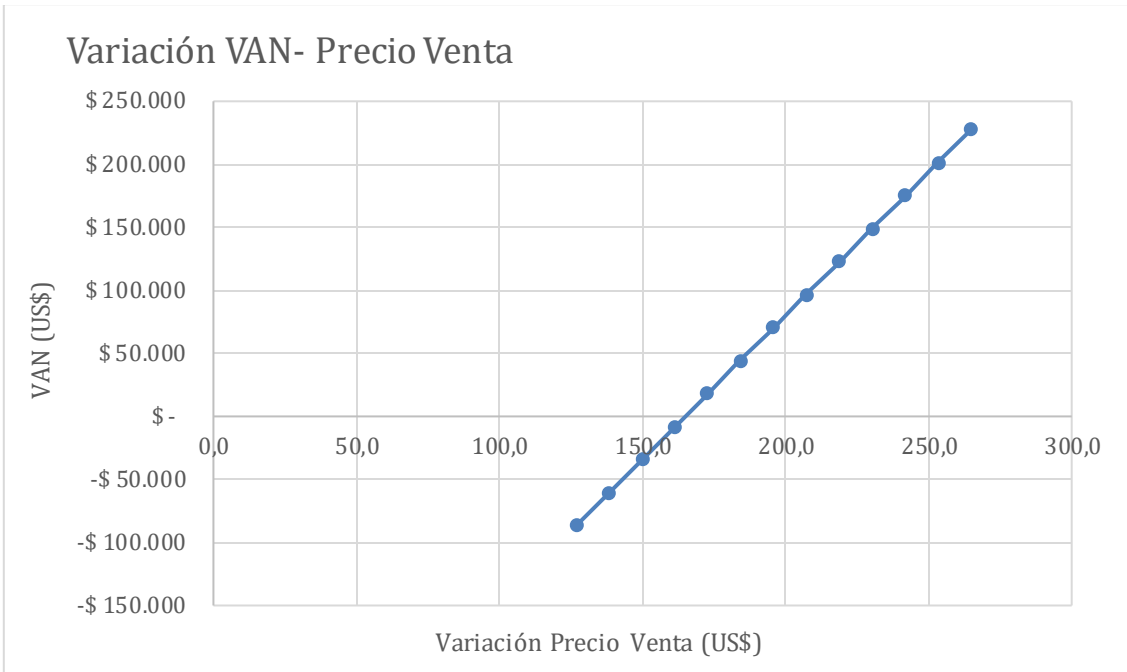


Gráfico 1. Variación VAN respecto a la variación del Precio de Venta proyectado

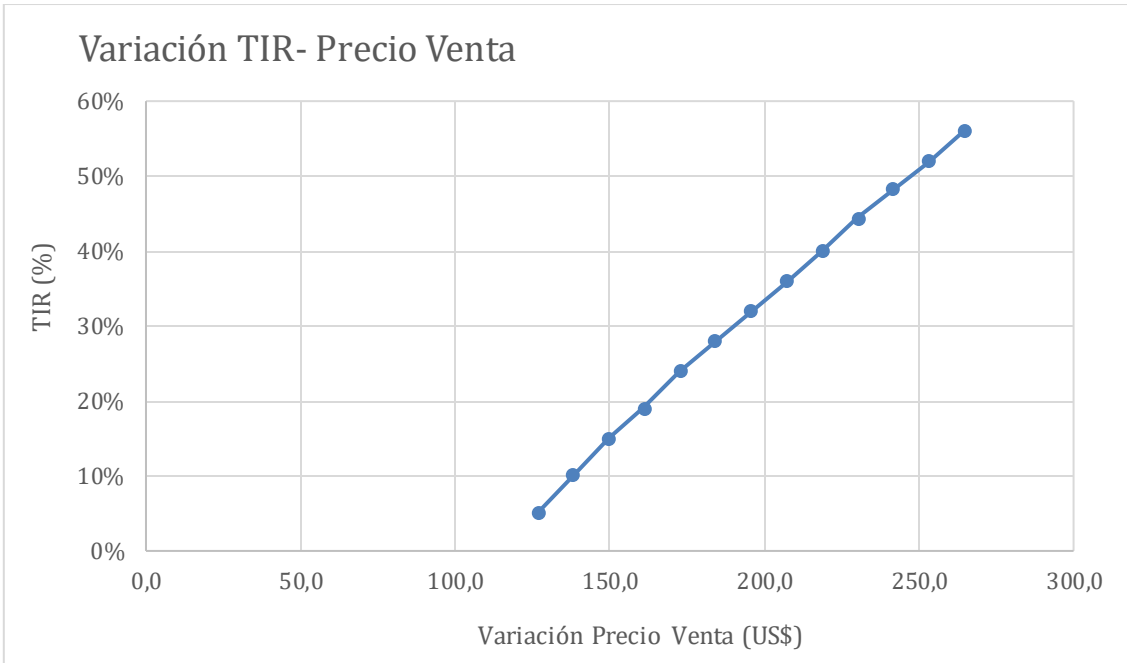


Gráfico 2. Variación TIR respecto de la variación del Precio de Venta proyectado.

Teniendo en cuenta que el proyecto es viable cuando las variables VAN y TIR son positivas y mayor al costo de oportunidad, se visualiza que, el precio mínimo por tonelada de briquetas puede ser de hasta US\$ 172,5. Es decir, que el precio de venta podrá ser de hasta un 25% menor al precio establecido.

Por otro lado, se realizó una sensibilización de las variables VAN y TIR con respecto a la disminución de la cantidad de materia prima disponible.

Tabla 21. Variación de la viabilidad del proyecto con respecto a la variación de la cantidad de Materia prima disponible.

Disminución de la cantidad de MP	VAN (US\$)	TIR (%)
0%	\$ 148.151,8	44%
-15%	\$ 69.652,6	32%
-20%	\$ 43.486,3	28%
-25%	\$ 17.319,9	24%
-30%	-\$ 8.846,49	19%
-35%	-\$ 35.012,87	15%
-40%	-\$ 61.179,24	10%

Fuente: Elaboración propia

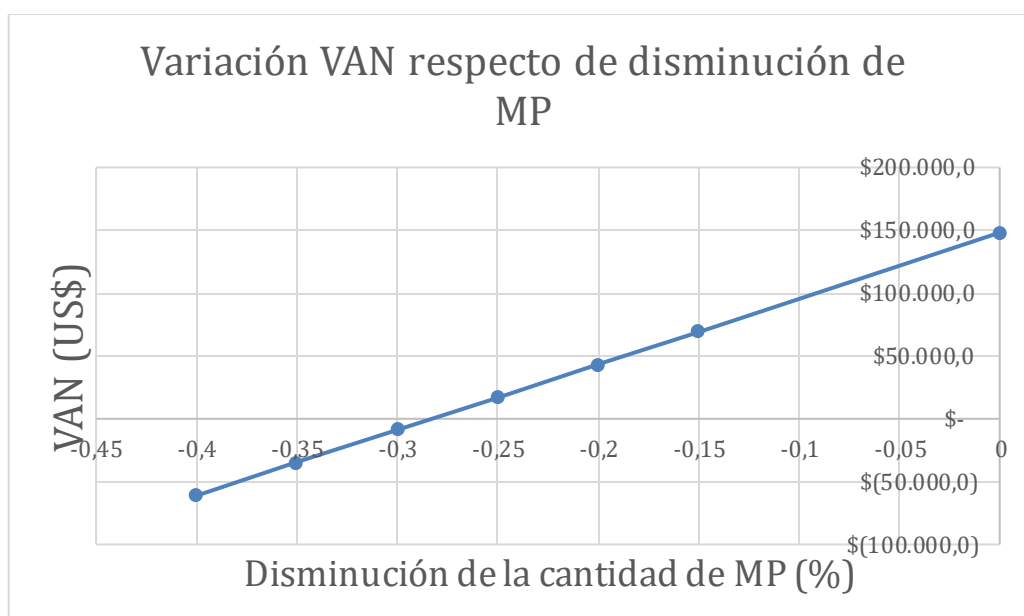


Gráfico 3. Variación VAN respecto de variación de la cantidad de materia prima disponible.

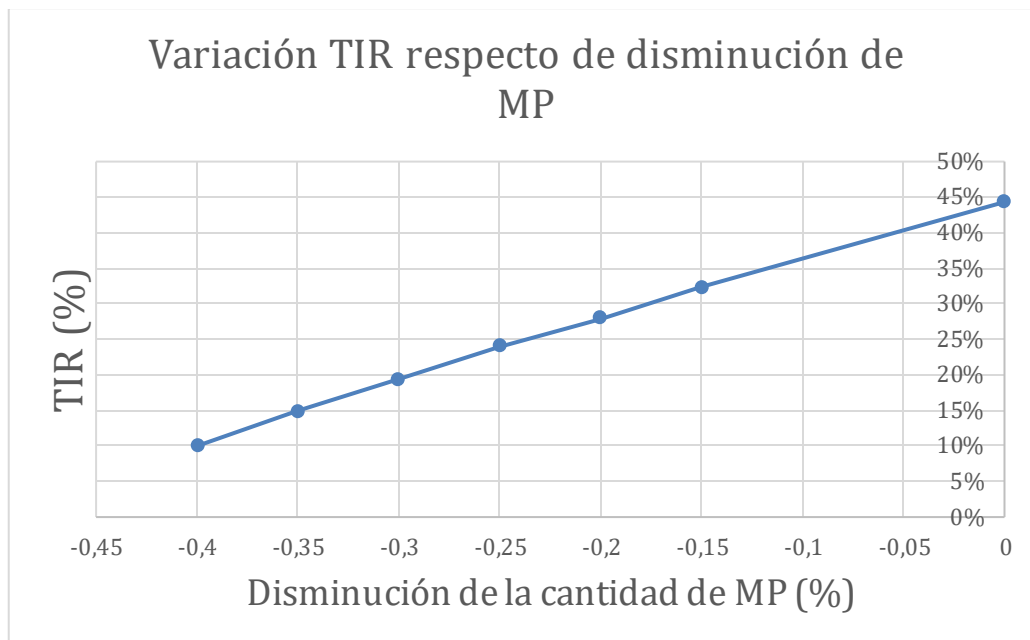


Gráfico 4. Variación TIR respecto de variación de la cantidad de materia prima disponible.

Se puede visualizar en los 2 gráficos anteriores que, frente a una disminución de la cantidad de materia prima disponible anualmente, el proyecto seguirá siendo factible incluso con una variación de hasta el 25%. Sin embargo, esto reflejaría una notoria disminución en los ingresos anuales.

Por último, teniendo en cuenta que se piensa un costo por la materia prima nulo, y que en un futuro esto podría ser distinto. Se plantea un análisis para determinar hasta cuanto se podría pagar por la materia prima para que el proyecto siga siendo positivo.

Tabla 22. Variación VAN y TIR con respecto a las variaciones de los Costos por materia prima

Costo MP (US\$)	VAN (US\$)	TIR (%)
\$ 0,00	\$ 148.151,76	44%
\$ 10.000,00	\$ 121.450,04	40%
\$ 20.000,00	\$ 94.748,33	36%
\$ 30.000,00	\$ 68.046,61	32%
\$ 40.000,00	\$ 41.344,90	28%
\$ 50.000,00	\$ 14.643,18	23%
\$ 60.000,00	-\$ 12.058,54	19%
\$ 70.000,00	-\$ 38.760,25	15%

Fuente: Elaboración propia

Puede visualizarse en la tabla anterior que el costo máximo por la materia prima necesaria para abastecer el proyecto puede ser de hasta US\$ 50.000,0. Esto refleja un notorio aumento de los costos variables; y, por lo tanto, una disminución en los indicadores de viabilidad del proyecto.

Con respecto al estudio de caso anexado, que tiene en cuenta un financiamiento por línea de crédito bancaria y capital propio. Se realiza una breve comparación de los resultados obtenidos de los principales indicadores VAN y TIR. Para esto se tuvo en cuenta un costo de oportunidad basado en la tasa WACC que surge de considerar este tipo de financiamiento compartido. Obteniendo un costo de oportunidad del 6,5%.

Tabla 23. Comparación entre tipos de financiamiento y resultado de indicadores.

Indicador	Financiamiento: Capital propio	Financiamiento: Crédito bancario + Capital propio
Costo de oportunidad	20,87%	6,5%
VAN	\$ 148.151,76	\$102.979,14
TIR	44%	17%

Fuente: Elaboración propia

En ambos casos el proyecto se considera viable.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La descripción del proceso productivo por etapas permitió conocer los equipos, mano de obra, insumos y la cantidad de materia prima necesaria para el desarrollo de este negocio.

Se concluye que es técnicamente viable realizar un briqueteado del material residual sarmientos, debido a la existencia de la cantidad de materia prima, existencia de maquinaria y previas experiencias de su realizado.

Sin embargo, deben tenerse en consideración algunas particularidades no analizadas en profundidad en este trabajo, como son, personal idóneamente capacitado para realizar cada

actividad, la apropiada manipulación del material, y especificaciones concretamente detalladas del lugar de almacenaje en el establecimiento, tanto del producto terminado como del lugar de secado.

Mediante la realización del flujo de fondos, se pudo determinar una proyección a 5 años del balance de ingresos y egresos de este negocio.

Desde el punto de vista de la inversión, llevando a cabo una financiación con capital propio, la evaluación del proyecto refleja la obtención de una tasa interna de retorno del 44% y un valor actual neto de US\$ 148.151,76, determinando una viabilidad del negocio positiva. Además, se analizó de manera complementaria, la posibilidad de financiación mediante la solicitud de un préstamo bancario, tomando como ejemplo un estudio de caso, que también arrojó resultados positivos de viabilidad. Si el proyecto se lleva a cabo en el futuro deberán contemplarse ambas opciones, optando por la más conveniente en términos de riesgo económico, considerando que siempre es más conveniente salvaguardar el capital propio de los inversores. De manera que es importante analizar, por un lado, los préstamos y las tasas de interés por créditos disponibles en ese momento, y por otro, la posibilidad de uso de la maquinaria con la que cuenta la municipalidad y la posible obtención gratuita de la materia prima.

Con respecto al ingreso por ventas que se tuvo en cuenta en el flujo de fondos, se realizó un cálculo considerando que todo lo producido en el año se podría vender a partir del tercer año, esto suponiendo una demanda de biocombustibles disponible y continua a nivel provincial-nacional. Por otro lado, cabe destacar que la disponibilidad de la materia prima depende del destino de su uso, pudiendo existir una variación de esta oferta debido a otras posibles finalidades del material, como es la elaboración de compost, incorporación al suelo directa, entre otras. A falta de la realización de un estudio de mercado, deberá tenerse en consideración esta relación de oferta-demanda específica.

Si bien este modelo de negocio se enfoca solamente en el material biomásico de restos de poda de vid y hace énfasis en la disponibilidad a nivel provincial y local, busca demostrar el potencial de valorización de los residuos biomásicos en sí, y cómo esto representa una oportunidad de negocios si se contempla una mayor capacidad productiva y una materia prima accesible y disponible, promoviendo el desarrollo económico a nivel local y específicamente el aporte a un desarrollo económico circular.

A pesar de que no se contempló el impacto social, desde un punto de vista personal, este proyecto representa, por un lado, una oportunidad de crecimiento en el sector laboral a nivel local, y por otro, una mejora en el manejo y gestión de residuos biomásicos de poda en el departamento de Lavalle. El uso de un residuo biomásico como materia prima, su transformación industrial y valorización económica, implica progresar en el ámbito económico-social y sobre todo ambiental.

La expectativa de este proyecto, es que apunte al mercado doméstico-industrial, inclusive al mismo sector vitivinícola. Debido a la diversidad de demandas en cuanto a combustibles, pueden contemplarse diferentes escenarios de ventas: Sector residencial (Biocombustible para cocina, calefacción), sector industrial (Biocombustible para calderas y quemadores industriales), sector vitivinícola (Biocombustible para defensa contra heladas).

Otro punto futuro a contemplar, es la posibilidad de un cambio en la materia prima, indagar sobre la disponibilidad de otro tipo de madera con mayor densidad (ejemplo, residuos de poda de frutales, poda urbana, entre otros) en comparación a los fardos de sarmientos utilizados, a modo de aprovechar de una mejor manera la capacidad productiva de la maquinaria.

8. BIBLIOGRAFÍA

Ahmad, B., Yadav, V., Yadav, A., Rahman, M. U., Yuan, W. Z., Li, Z., & Wang, X. (2020). *Integrated biorefinery approach to valorize winery waste: A review from waste to energy perspectives*. *Science of the Total Environment*, 719, 137315.

Brik-nic. (Mayo. 2022). *Productos*. Recuperado de: <http://www.briknic.com/productos/>

Calderón, A. D. (1993). *Secado de la Madera*. Cuadernos de Dasonomía, 23.

Catania, C. D., & de del Monte, S. A. (1994). *Las Regiones Vitícolas Argentinas*. Revista Agro de Cuyo, INTA, nro, 4.

Cerdá, E. (2012). *Energía obtenida a partir de biomasa*. Cuadernos económicos de ICE, (83).

Ente Provincial Regulador Eléctrico. (2022). ANEXO IV - RESOLUCIÓN EPRE N° 105 / 2022

Ente Provincial Regulador Eléctrico. (2022). *Régimen Tarifario Modificado por Decreto 1569/09, art 16°* Capítulo 6 "Disposiciones Varias" - inc. 2 1. a).

FAO. (2017). *Análisis Espacial del Balance Energético Derivado de Biomasa – Provincia de Mendoza*. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina. 83 p

FAO (2020). *Modelos de negocios para proyectos de energía térmica de biomasa*. Colección de Documentos Técnicos N.o 10. Buenos Aires.

FAO. (2020). *Valorización de externalidades de proyectos con biomasa seca y biogás*. Colección Documentos Técnicos N.o 12. Buenos Aires.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2018). *Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles*. (IRAM-ISO 17225).

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2021). *Costos operativos de maquinaria agrícola. Estimación práctica en frutales*. Hoja Informativa N°32. agosto 2021.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2021). *Informe técnico: Relevamiento territorial (Dpto. Lavalle) de la disponibilidad de biomasa: Etapa 1, sub-etapa 1*.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2021). *Informe técnico: Relevamiento territorial (Dpto. Lavalle) de la disponibilidad de biomasa: Etapa 1, sub-etapa 2*.

Instituto Nacional de Vitivinicultura. (2019). *Regiones vitivinícolas argentinas. Provincia de Mendoza. Área Norte*.

Instituto Nacional de Vitivinicultura. (2022). *Informe anual de superficie 2021. Mendoza, Argentina*.

International Organization for Standardization. (2007). *Biocombustibles sólidos. Métodos para la determinación del contenido de humedad. Método de secado en estufa*. (ISO 14774: 2004)

International Organization for Standardization. (2014). *Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles*. (ISO 17225: 2014)

International Organization for Standardization. (2014). *Biocombustibles sólidos. Terminología, definiciones y descripciones*. (ISO 16559:2014)

Krizan, P. (2015). *The densification process of wood waste*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

Ley 25.612. (2002). *Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios*. Fecha de promulgación 3 de julio de 2002.B.O. 29950.

Lignis. Innovación ambiental. (2022). *Sistema de gestión Urbioqa. Residuos de poda de frutales como recurso local – 2022.*

Manrique, Silvina M. (2015). *Biomasa con fines energéticos: Recursos, potencialidad y cambio climático.* - 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: edUTecNe, 2015

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (S.F). *Foresto Industria, Madera en la construcción.* Recuperado de <https://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/madera-en-la-construccion/tema04.pdf>

Novello, J. R. (2021). *Estimación de costos de producción de vid para vinificar para el Oasis Este de Mendoza.* EEA Junín, INTA.

Rodriguez, P., Piastrellini, R., & Arena, A. P. (2018). *Estimación de la producción de biomasa residual apta para la generación de energía en la provincia de Mendoza.* Acta de la XLI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente, 6, 04-75.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (Nación). (2019). *Guías de innovación para una producción sustentable. Sector Vitivinícola.*

Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial del Gobierno de Mendoza. (2018). *Manual de educación ambiental: para docentes de nivel secundario;* compilado por Bibiana Portillo; Leticia Vega; Julieta D'Amario; coordinación general de Bibiana Portillo; editado por Daniel Cattaneo... [et al.]

Sistema Nacional de certificación de leña. (2019). *Manual de Técnicas para el Secado y Monitoreo de Leña.*

Spinelli, R., Nati, C., Pari, L., Mescalchin, E., & Magagnotti, N. (2012). *Production and quality of biomass fuels from mechanized collection and processing of vineyard pruning residues.* Applied Energy, 89(1), 374-379.

Tumuluru, J. S., & Wright, C. T. (2010). *A review on biomass densification technologie for energy application (No. INL/EXT-10-18420).* Idaho National Laboratory (INL).

Velázquez-Martí, B., Fernández-González, E., López-Cortés, I., & Salazar-Hernández, D. M. (2011). *Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area.* Biomass and bioenergy, 35(8), 3453-3464.

9. ANEXOS

Anexo 1: Valores estimados de oferta directa de biomasa accesible.

Departamento	Oferta Directa (t/año)								Totales
	Bosque Nativo	Otras formaciones leñosas	Vid	Frutales	Forestaciones	Hortalizas (ajo)	Olivos	Vid y olivo	

Capital	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
General Alvear	73553.9	13.4	12753.3	27949.6	3972.9	4802.3	319.7	180.6	123545.7
GodoyCruz	0.0	0.1	11.2	0.0	0.0	3.3	0.4	0.0	15.0
Guaymallén	0.0	5.0	2989.1	1135.7	1252.6	1589.9	1604.9	68.0	8645.2
Junín	0.0	1.9	31766.9	8799.5	557.8	1442.5	2347.7	701.9	45618.2
La Paz	67858.7	85.4	1236.7	627.1	667.0	205.1	82.5	13.9	70776.4
Las Heras	0.0	251.7	3065.9	4613.8	5369.3	1703.3	533.5	64.7	15602.2
Lavalle	34173.4	13.2	41843.7	4545.3	4401.1	9241.9	5544.0	187.5	99950.1
Luján de Cuyo	0.0	139.0	43068.4	2321.4	3014.4	4404.0	1154.9	499.7	54601.8
Maipú	0.0	8.0	33059.4	11244.8	1379.7	7581.6	13046.9	2549.3	68869.7
Malargüe	0.0	147.2	15.5	39.8	5452.1	3841.6	0.0	0.0	9496.2
Rivadavia	0.0	26.4	45750.9	8362.8	1662.3	2110.8	4346.9	811.5	63071.6
San Carlos	848.0	105.1	21669.1	12913.2	25453.0	11267.0	9.5	3.9	72268.8
San Martín	2.7	0.4	85063.8	20710.5	1902.6	5887.2	4940.0	1061.5	119568.7
San Rafael	54203.0	148.2	43531.1	87787.2	15259.4	17824.8	6363.6	785.4	225902.7
Santa Rosa	49625.1	7.5	42285.2	4282.7	4541.4	1742.6	1368.7	272.1	104125.3
Tunuyán	0.0	403.7	21277.7	29521.2	29465.6	5036.3	0.0	0.0	85704.5
Tupungato	0.0	501.3	22627.5	24678.2	4163.0	6285.1	6.7	0.0	58261.8
Subtotal	280264.8	1857.6	452015.3	249533.0	108514.1	84969.1	41670.0	7200.1	
Total	1226024.0								

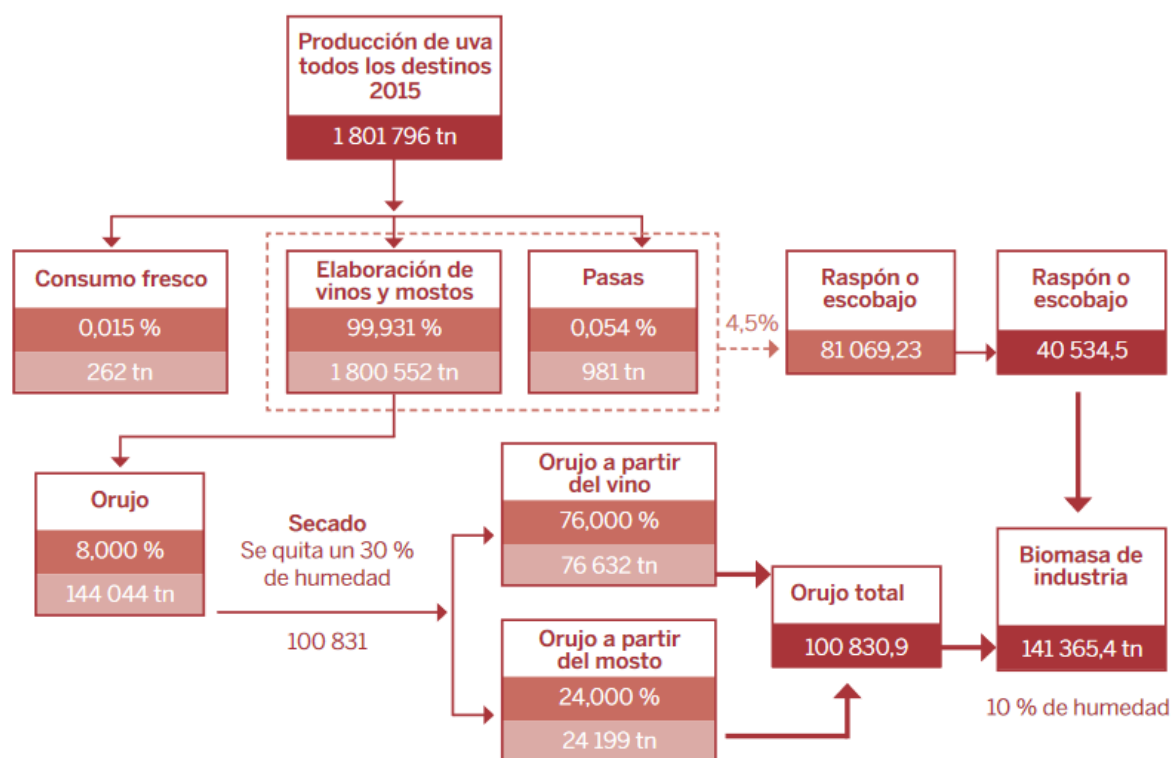
Fuente: FAO (2017)

Anexo 2: Oferta indirecta de biomasa por departamento.

Departamento	Oferta Indirecta (t/año)			
	Bodegas	Frigoríficos de fruta	Poda Urbana	Secaderos de fruta
Capital	0.0	0.0	898.8	0.0
General Alvear	0.0	1640.0	332.2	177.6
Godoy Cruz	51.9	0.0	843.1	0.0
Guaymallén	3930.6	5269.0	1623.6	0.0
Junín	10275.1	0.0	61.2	25.4
La Paz	13.2	0.0	102.9	10.2
Las Heras	1005.5	0.0	2430.5	0.0
Lavalle	7856.5	0.0	157.9	0.8
Luján de Cuyo	11104.2	0.0	1239.7	0.0
Maipú	19462.0	272.0	1132.3	10.6
Malargüe	0.0	0.0	217.9	0.0
Rivadavia	19890.3	25.0	242.0	25.8
San Carlos	1754.8	0.0	92.1	0.0
San Martín	47295.1	552.0	558.5	56.3
San Rafael	6832.7	1440.0	1328.3	576.9
Santa Rosa	4884.0	0.0	61.8	33.1
Tunuyán	3157.0	6758.0	217.9	0.0
Tupungato	3852.5	0.0	12.3	0.0
Subtotal	141365.4	15956.0	11552.9	916.7
Total	169791.0			

Fuente: FAO (2017)

Anexo 3: Porcentaje de residuos generados a partir de la industria vitivinícola en la Provincia de Mendoza



Fuente: FAO (2017)

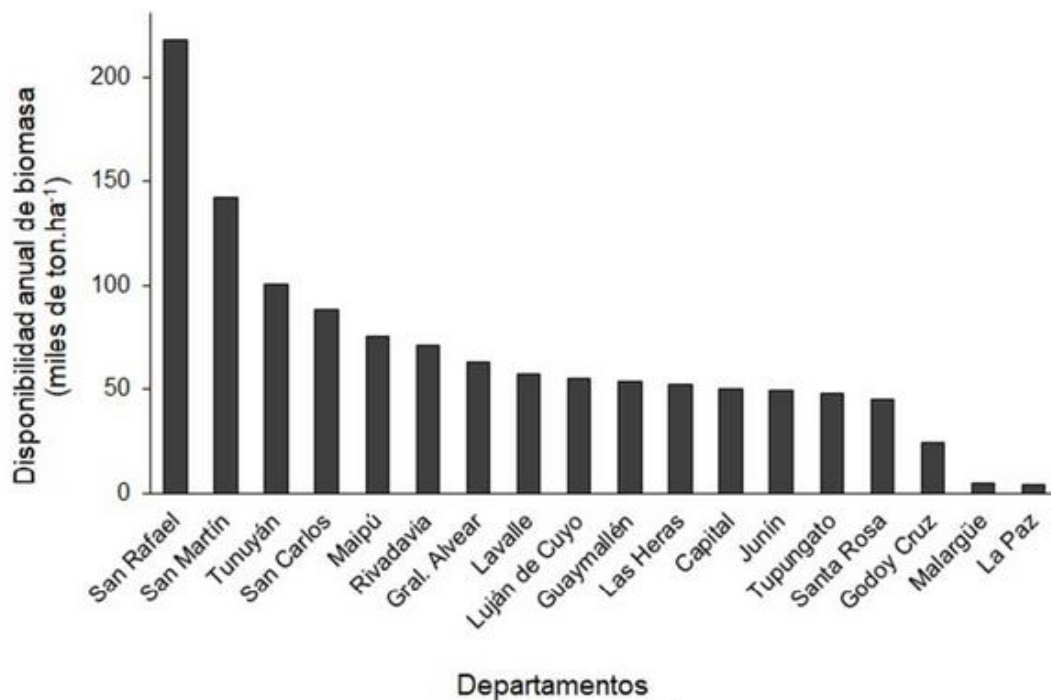
Anexo 4: Demanda de Biomasa por sector y departamento en la Provincia de Mendoza

Departamento	Demanda (t/año)	
	Demanda residencial	Ladrilleras
Capital	63.4	0.0
General Alvear	216.0	344.0
Godoy Cruz	106.2	0.0
Guaymallén	262.6	1462.0
Junín	70.6	1118.0
La Paz	77.3	86.0
Las Heras	764.3	2924.0
Lavalle	1468.7	1032.0

Luján de Cuyo	156.5	0.0
Maipú	357.6	258.0
Malargüe	921.7	0.0
Rivadavia	155.0	172.0
San Carlos	249.8	0.0
San Martín	402.1	1032.0
San Rafael	909.8	2236.0
Santa Rosa	123.8	86.0
Tunuyán	208.5	0.0
Tupungato	87.0	0.0
Subtotal	6600.7	10750.0
Total	17350.7	

Fuente: FAO (2017)

Anexo 5: Disponibilidad anual de biomasa (miles de ton/ha) según departamentos de la Provincia de Mendoza. Sin inclusión de aportes residuales de aserraderos.



Fuente: Acta de la XLI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente (2018)

Anexo 6. Cuadro Tarifario a usuario final, con Subsidio Estado Nacional. Tarifa 2 (T2) Grandes demandas (Potencias mayores a 10 kW). (RESOLUCIÓN EPRE N° 105 / 2022)

Tarifa 2 (T2) - GRANDES DEMANDAS (Potencias mayores a 10 kW)

CONECTADO A LA RED DE DISTRIBUCIÓN y BORNES DEL TRANSFORMADOR

		T2 R BT		T2 B MT/BT		T2 R MT		T2 B AT/MT		T2 R AT		T2 Especial Potencias hasta 50 kW		
		Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW			
Cargo Comercialización	\$/mes	1765,858	1765,858	2610,718	2610,718	25995,780	25995,780	35091,380	35091,380	114525,888	114525,888	Cargo Comercialización	\$/mes	875,350
Uso de Red	\$/kW-mes	2617,955	2617,955	2202,139	2202,139	2053,138	2053,138	1579,807	1579,807	1132,149	1132,149	Cargo Fijo	\$/mes	336,356
Consumo de Potencia	\$/kW-mes	121,040	419,234	118,484	410,380	116,221	402,544	113,252	392,259	111,541	386,332	Cargo Variable	\$/kWh	12,6742
Energía Pico (P) - 18 a 23hs.	\$/kWh	5,2926	15,9408	5,0063	15,0783	4,9488	14,9051	4,8223	14,5241	4,7547	14,3205			
Energía Resto (R) - 05 a 18hs.	\$/kWh	5,0656	15,9328	4,7916	15,0708	4,7365	14,8976	4,6154	14,5168	4,5507	14,3133			
Energía Valle (V) - 23 a 05hs.	\$/kWh	4,8386	15,9260	4,5768	15,0643	4,5242	14,8912	4,4086	14,5106	4,3468	14,3071			

Anexo 7. Cuadro Tarifario a usuario final, sin Subsidio Estado Nacional. Tarifa 2 (T2) Grandes demandas (Potencias mayores a 10 kW). (RESOLUCIÓN EPRE N° 105 / 2022)

Tarifa 2 (T2) - GRANDES DEMANDAS (Potencias mayores a 10 kW)

CONECTADO A LA RED DE DISTRIBUCIÓN y BORNES DEL TRANSFORMADOR

		T2 R BT		T2 B MT/BT		T2 R MT		T2 B AT/MT		T2 R AT		T2 Especial Potencias hasta 50 kW		
		Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW			
Cargo Comercialización	\$/mes	1765,858	1765,858	2610,718	2610,718	25995,780	25995,780	35091,380	35091,380	114525,888	114525,888	Cargo Comercialización	\$/mes	875,350
Uso de Red	\$/kW-mes	2617,955	2617,955	2202,139	2202,139	2053,138	2053,138	1579,807	1579,807	1132,149	1132,149	Cargo Fijo	\$/mes	365,177
Consumo de Potencia	\$/kW-mes	419,234	419,234	410,380	410,380	402,544	402,544	392,259	392,259	386,332	386,332	Cargo Variable	\$/kWh	24,5240
Energía Pico (P) - 18 a 23hs.	\$/kWh	15,9408	15,9408	15,0783	15,0783	14,9051	14,9051	14,5241	14,5241	14,3205	14,3205			
Energía Resto (R) - 05 a 18hs.	\$/kWh	15,9328	15,9328	15,0708	15,0708	14,8976	14,8976	14,5168	14,5168	14,3133	14,3133			
Energía Valle (V) - 23 a 05hs.	\$/kWh	15,9260	15,9260	15,0643	15,0643	14,8912	14,8912	14,5106	14,5106	14,3071	14,3071			

Anexo 8. Simulación de crédito bancario, amortización sistema francés. TNA 48%, plazo 5 años.

Número de Cuota	CUOTA A PAGAR	INTERÉS	CAPITAL AMORTIZADO	CAPITAL VIVO
0				\$ 21.173.781,20
1	\$ 935.920,20	\$ 846.951,25	\$ 88.968,95	\$ 21.084.812,25
2	\$ 935.920,20	\$ 843.392,49	\$ 92.527,71	\$ 20.992.284,54
3	\$ 935.920,20	\$ 839.691,38	\$ 96.228,82	\$ 20.896.055,73
4	\$ 935.920,20	\$ 835.842,23	\$ 100.077,97	\$ 20.795.977,76
5	\$ 935.920,20	\$ 831.839,11	\$ 104.081,09	\$ 20.691.896,67
6	\$ 935.920,20	\$ 827.675,87	\$ 108.244,33	\$ 20.583.652,34
7	\$ 935.920,20	\$ 823.346,09	\$ 112.574,10	\$ 20.471.078,24
8	\$ 935.920,20	\$ 818.843,13	\$ 117.077,07	\$ 20.354.001,17
9	\$ 935.920,20	\$ 814.160,05	\$ 121.760,15	\$ 20.232.241,02
10	\$ 935.920,20	\$ 809.289,64	\$ 126.630,56	\$ 20.105.610,46
11	\$ 935.920,20	\$ 804.224,42	\$ 131.695,78	\$ 19.973.914,69
12	\$ 935.920,20	\$ 798.956,59	\$ 136.963,61	\$ 19.836.951,08
13	\$ 935.920,20	\$ 793.478,04	\$ 142.442,15	\$ 19.694.508,92
14	\$ 935.920,20	\$ 787.780,36	\$ 148.139,84	\$ 19.546.369,08
15	\$ 935.920,20	\$ 781.854,76	\$ 154.065,43	\$ 19.392.303,65
16	\$ 935.920,20	\$ 775.692,15	\$ 160.228,05	\$ 19.232.075,60
17	\$ 935.920,20	\$ 769.283,02	\$ 166.637,17	\$ 19.065.438,42
18	\$ 935.920,20	\$ 762.617,54	\$ 173.302,66	\$ 18.892.135,76
19	\$ 935.920,20	\$ 755.685,43	\$ 180.234,77	\$ 18.711.901,00

20	\$ 935.920,20	\$ 748.476,04	\$ 187.444,16	\$ 18.524.456,84
21	\$ 935.920,20	\$ 740.978,27	\$ 194.941,92	\$ 18.329.514,91
22	\$ 935.920,20	\$ 733.180,60	\$ 202.739,60	\$ 18.126.775,31
23	\$ 935.920,20	\$ 725.071,01	\$ 210.849,18	\$ 17.915.926,13
24	\$ 935.920,20	\$ 716.637,05	\$ 219.283,15	\$ 17.696.642,98
25	\$ 935.920,20	\$ 707.865,72	\$ 228.054,48	\$ 17.468.588,50
26	\$ 935.920,20	\$ 698.743,54	\$ 237.176,66	\$ 17.231.411,84
27	\$ 935.920,20	\$ 689.256,47	\$ 246.663,72	\$ 16.984.748,12
28	\$ 935.920,20	\$ 679.389,92	\$ 256.530,27	\$ 16.728.217,84
29	\$ 935.920,20	\$ 669.128,71	\$ 266.791,48	\$ 16.461.426,36
30	\$ 935.920,20	\$ 658.457,05	\$ 277.463,14	\$ 16.183.963,22
31	\$ 935.920,20	\$ 647.358,53	\$ 288.561,67	\$ 15.895.401,55
32	\$ 935.920,20	\$ 635.816,06	\$ 300.104,14	\$ 15.595.297,41
33	\$ 935.920,20	\$ 623.811,90	\$ 312.108,30	\$ 15.283.189,11
34	\$ 935.920,20	\$ 611.327,56	\$ 324.592,63	\$ 14.958.596,48
35	\$ 935.920,20	\$ 598.343,86	\$ 337.576,34	\$ 14.621.020,14
36	\$ 935.920,20	\$ 584.840,81	\$ 351.079,39	\$ 14.269.940,75
37	\$ 935.920,20	\$ 570.797,63	\$ 365.122,57	\$ 13.904.818,18
38	\$ 935.920,20	\$ 556.192,73	\$ 379.727,47	\$ 13.525.090,71
39	\$ 935.920,20	\$ 541.003,63	\$ 394.916,57	\$ 13.130.174,15
40	\$ 935.920,20	\$ 525.206,97	\$ 410.713,23	\$ 12.719.460,91
41	\$ 935.920,20	\$ 508.778,44	\$ 427.141,76	\$ 12.292.319,15
42	\$ 935.920,20	\$ 491.692,77	\$ 444.227,43	\$ 11.848.091,72
43	\$ 935.920,20	\$ 473.923,67	\$ 461.996,53	\$ 11.386.095,19
44	\$ 935.920,20	\$ 455.443,81	\$ 480.476,39	\$ 10.905.618,80
45	\$ 935.920,20	\$ 436.224,75	\$ 499.695,45	\$ 10.405.923,36
46	\$ 935.920,20	\$ 416.236,93	\$ 519.683,26	\$ 9.886.240,10
47	\$ 935.920,20	\$ 395.449,60	\$ 540.470,59	\$ 9.345.769,50
48	\$ 935.920,20	\$ 373.830,78	\$ 562.089,42	\$ 8.783.680,09
49	\$ 935.920,20	\$ 351.347,20	\$ 584.572,99	\$ 8.199.107,09
50	\$ 935.920,20	\$ 327.964,28	\$ 607.955,91	\$ 7.591.151,18
51	\$ 935.920,20	\$ 303.646,05	\$ 632.274,15	\$ 6.958.877,03
52	\$ 935.920,20	\$ 278.355,08	\$ 657.565,12	\$ 6.301.311,91
53	\$ 935.920,20	\$ 252.052,48	\$ 683.867,72	\$ 5.617.444,19
54	\$ 935.920,20	\$ 224.697,77	\$ 711.222,43	\$ 4.906.221,76
55	\$ 935.920,20	\$ 196.248,87	\$ 739.671,33	\$ 4.166.550,43
56	\$ 935.920,20	\$ 166.662,02	\$ 769.258,18	\$ 3.397.292,25
57	\$ 935.920,20	\$ 135.891,69	\$ 800.028,51	\$ 2.597.263,75
58	\$ 935.920,20	\$ 103.890,55	\$ 832.029,65	\$ 1.765.234,10
59	\$ 935.920,20	\$ 70.609,36	\$ 865.310,83	\$ 899.923,27
60	\$ 935.920,20	\$ 35.996,93	\$ 899.923,27	\$ 0,00

Anexo 9. Cálculo de costo de oportunidad a partir de la tasa WACC.

La tasa WACC o CCPP surge de considerar las diferentes fuentes de financiamiento del proyecto. En este caso se toma en cuenta el financiamiento por capital propio y el financiamiento a partir de la obtención de un crédito bancario para inversiones en capital. De esta manera se obtendrá la tasa de descuento o costo de oportunidad del proyecto.

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$WACC = k_d * (1 - t) * \left(\frac{D}{E+D}\right) + k_e * \left(\frac{E}{D+E}\right)$$

Donde:

k_d : Costo deuda financiera

k_e : Tasa de retorno requerida del capital propio después de impuestos

t : Tasa de impuesto a las ganancias

D : Valor de mercado de la deuda

E : Valor de mercado del capital propio

- Rentabilidad sobre el capital propio: 20,87%

$$k_e = R_f + R_p + [B_e * (R_m - R_f)]$$

Donde:

R_f : Tasa de retorno libre de riesgo

R_p : Tasa de riesgo país

R_m : Rendimiento del mercado

B_e : Beta unlevered

- Costo deuda (k_d): A fin de la homogenización monetaria en dólares, como equivalente del financiamiento en \$ ARG, para el k_d^5 se toma el valor 4,2%, tasa TEA, como el promedio de la tasa de interés de los préstamos bancarios de Estados Unidos de los últimos 5 años.
- Tasa de impuesto a las ganancias (t): 30%
- Valor de mercado de la deuda (D): US\$ 177.320,0
- Valor de mercado del capital propio (E): US\$ 44.330,0

Tabla 19. Tasas consideradas para K_e .

Tasas	%
R_f^1	1,94
R_p^2 : EMBI+	18,52
R_m^3	15,63
B_e^4	0,03

$$k_e = R_f + R_p + [B_e * (R_m - R_f)]$$

$$k_e = 1,94 + 18,52 + [0,03 * (15,63 - 1,94)]$$

$$k_e = 20,87\%$$

Una vez aplicada la fórmula correspondiente, se obtuvo el siguiente valor de WACC:

WACC	6,5%
------	------

Anexo 10. Proyección flujo de fondos, costo de oportunidad del 6,5%, 80% de financiación por crédito bancario y 20% capital propio.

Período	Momento 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por ventas	-	US\$ 205.294,3	US\$ 234.622,1	US\$ 293.277,6	US\$ 293.277,6	US\$ 293.277,6
Costos Variables	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US\$ 73.826,9	US \$ 73.826,9
Costos Fijos	US\$ 629,7	US\$ 83.488,9	US \$ 76.760,2	US\$ 65.987,3	US \$ 48.739,5	US\$ 21.125,2
Amortización	-	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0
Utilidad bruta	-US\$ 74.456,6	US\$ 25.813,5	US\$ 61.870,0	US\$ 131.298,5	US\$ 148.546,3	US\$ 176.160,5
IVA	US\$ 62.182,4	US\$ 33.036,3	US\$ 31.623,3	US\$ 29.361,0	US\$ 25.738,9	US\$ 19.939,9
Impuesto a las ganancias	-	US\$ 7.744,1	US \$ 18.561,0	US \$ 39.389,5	US\$ 44.563,9	US\$ 52.848,2
Utilidad neta	-US\$ 136.639,0	-US\$ 14.966,8	US\$ 11.685,7	US\$ 62.548,0	US\$ 78.243,5	US\$ 103.372,4
Amortización	-	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0	US\$ 22.165,0
Inversión Inicial	US \$ 221.650,0	-	-	-	-	-
Valor residual	-	-	-	-	-	US\$ 66.495,0
Flujo de fondos	-US\$ 221.650,0	US\$ 7.198,2	US\$ 33.850,7	US \$ 84.713,0	US\$ 100.408,5	US\$ 192.032,4

Fuente: Elaboración propia